

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»
 Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка компонентов мобильной ГИС

УДК 004.057.5:911.5/.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K61	Исламов Евгений Русланович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Кузнецов Дмитрий Юрьевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП ТПУ	Белоенко Елена Владимировна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Чердынцев Евгений Сергеевич	К.Т.Н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»
Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Е.С. Чердынцев
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8K61	Исламову Евгению Руслановичу

Тема работы:

Разработка компонентов мобильной ГИС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-51/с от 28.02.2020 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>- литературные источники</p>
---	---------------------------------

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	- анализ предметной области - проектирование компонентов поиска и информации о объекте - описание используемых технологий - разработка компонентов поиска и информации о объекте
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	- диаграмма Исикавы - диаграммы IDEF - диаграмма классов UML - диаграмма последовательностей UML - диаграммы DFD - диаграмма BPMN - рисунки - таблицы

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицына Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Белоевко Елена Владимировна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

1. Анализ предметной области
2. Проектирование компонентов
3. Разработка компонентов
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
5. Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Кузнецов Дмитрий Юрьевич	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К61	Исламов Евгений Русланович		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критерии АИОР
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОПК-1,2,3, ПК-4, 5, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.1)
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.	Требования ФГОС (ОПК-3, 4, ПК-1, 2, 9), критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.2)
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС (ОК-1, 6, ПК-2, 4, 5), критерий 5 АИОР (п. 1.2)
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.	Требования ФГОС (ОПК-2, 3, ПК-3, 4, 5), критерий 5 АИОР (п. 1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.	Требования ФГОС (ОПК-4, ПК-6, 7), критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ОПК-3, ПК-7, 8, 9), критерий 5 АИОР (п. 1.5)
	Универсальные компетенции	

P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОКП-1, 4, ПК-1, 6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.1)
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5), критерий 5 АИОР (п. 2.2)
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК- 6), критерий 5 АИОР (п. 2.3, 2.4)
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-2, 3, 4), критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.	Требования ФГОС (ОК- 7), критерий 5 АИОР (п. 2.6)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШИТР

Направление подготовки (специальность) «Программная инженерия»

Уровень образования бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	1. Анализ предметной области	20
	2. Проектирование компонентов	20
	3. Разработка компонентов	20
	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	5. Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Кузнецов Дмитрий Юрьевич	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Чердынцев Евгений Сергеевич	К.Т.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8K61	Исламову Евгению Руслановичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость бюджета проекта – не более 500 тыс.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	НК РФ Статья 258 Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей; Определение перспективности и конкурентоспособности Анализ конкурентных решений Технология QUAD SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работ в рамках научного исследования Определение трудоемкости выполнения работ; Построение графика выполнения работ Определение бюджета проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального финансового показателя разработки Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки Определение интегрального показателя эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K61	Исламов Евгений Русланович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8К61	Исламову Евгению Руслановичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Программная инженерия

Тема ВКР:

Разработка компонентов мобильной ГИС	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: компоненты информационной системы для мобильных устройств «Мобильная ГИС». Область применения: осуществление работ по земельно-имущественным отношениям, маркшейдерских работ, экологических работ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Трудовой кодекс РФ ИОТ-01-19 ГОСТ 12.1.003-2014 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие или недостаток необходимого освещения – отклонение показателей микроклимата – влияние электромагнитных полей – превышение уровня шума
3. Экологическая безопасность:	– анализ влияния на литосферу (утилизация компьютерной и оргтехники)
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС на объекте: <i>техногенного характера</i> – пожары, взрывы <i>природного характера</i> – землетрясения Наиболее типичная ЧС – пожар; – разработка мер предупреждения ЧС – разработка действий при ЧС и меры по ликвидации ЧС

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Е.В. Белоеенко	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K61	Исламов Евгений Русланович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 95 с., 38 рис., 19 табл., 28 источников, 1 прил.

Ключевые слова: мобильное приложение, геоинформационная система, разработка, поиск, нефтегазодобыча.

Объектом исследования является разработка компонентов геоинформационной системы для мобильных устройств.

Целью данной работы является обеспечение пользователей простыми и удобными инструментами, позволяющими осуществлять операции автоматизированного поиска географических данных, а также получать информацию об объектах на карте.

В процессе исследования проводилось изучение теоретических основ проектирования систем, методов разработки мобильных приложений, способов автоматизированного поиска геоданных в геоинформационных системах.

В результате исследования была разработана и встроена основная логика компонента информации об объекте и компонента поиска геоинформационной системы с использованием языка C# и библиотеки ThinkGeo.

Областью применения является сфера нефтегазодобычи, например при проведении земельно-имущественных, маркшейдерских и других видов работ, связанных с картографическими материалами.

В будущем планируется расширение функционала и добавление поддержки операционной системы Android.

Содержание

Определения, обозначения и сокращения.....	15
Введение.....	16
1 Анализ предметной области	18
1.1 Назначение геоинформационных систем и их применение в бизнесе.	18
1.2 Проблематика работы с картографическими материалами на объектах	19
1.3 Формализованное описание бизнес-процессов с использованием диаграмм IDEF0	22
1.4 Определение целей работы и формирование требований к разрабатываемым компонентам	24
1.4.1 Бизнес-требования.....	24
1.4.2 Требования к инструменту поиска	24
1.4.3 Требования к инструменту информации об объекте	25
1.5 Выводы по разделу.....	26
2 Проектирование компонентов	27
2.1 Логическая модель данных.....	27
2.2 Проектирование компонента информации об объекте	29
2.3 Проектирование компонента поиска.....	31
2.3.1 Определение основной функции с помощью IDEF0.....	31
2.3.2 Описание последовательностей изменений состояния компонента с использованием диаграмм IDEF3.....	33
2.3.3 Моделирование потоков данных с помощью диаграмм DFD.....	36

2.3.4 Описание процессов нижнего уровня с помощью диаграммы BPMN	37
2.3.5 Моделирование процессов с использованием диаграмм UML в целях непосредственной реализации компонента	39
2.4 Выводы по разделу	42
3 Разработка компонентов	43
3.1 Описание используемых технологий и средств разработки	43
3.2 Описание функциональных возможностей разработанных компонентов	44
3.2.1 Описание функционала компонента информации об объекте.....	44
3.2.2 Описание функционала компонента поиска	47
3.3 Тестирование	54
3.4 Выводы по разделу	55
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	56
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	56
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	56
4.1.2 Анализ конкурентных решений.....	58
4.1.3 Технология QUAD	60
4.1.4 SWOT-анализ	61
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	63
4.2.1 Структура работ в рамках исследования.....	63
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	64
4.2.3 Разработка графика проведения исследования	66

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования	67
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	73
4.4 Выводы по разделу	74
5 Социальная ответственность	75
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	75
5.2 Производственная безопасность	76
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	77
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего	82
5.3 Экологическая безопасность	84
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
5.5 Выводы по разделу	85
Заключение	87
Список литературы.....	88
Приложение 1. Примеры программного кода	92

Определения, обозначения и сокращения

Геоинформационная система (ГИС) – система, предназначенная для сбора, хранения и анализа пространственных и атрибутивных данных географических объектов и связанной с ними информации.

База данных (БД) – совокупность систематизированных самостоятельных материалов, представленных таким образом, чтобы они могли быть обработаны средствами электронной вычислительной машины.

GPS – система глобального позиционирования, спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение.

IDEF – методологии для решения задач моделирования сложных систем, позволяющие отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах.

DFD – методология графического и структурного анализа, описывающая внешние источники и адресаты данных, потоки данных и хранилища в форме диаграмм.

UML – система обозначений для объектно-ориентированного анализа и проектирования, конструирования и визуализации объектно-ориентированных систем.

Введение

Геоинформационные системы и сервисы получили широкое распространение в современном мире. Такие системы предоставляют широкий набор возможностей по работе с картами и востребованы как у рядовых людей, так и при решении задач бизнеса.

Геоинформационная система «Мобильная ГИС» (в дальнейшем просто мобильная ГИС) представляет собой программный продукт, позволяющий осуществлять мониторинг и анализ картографической информации в сфере нефтегазодобычи с использованием мобильных устройств на базе iOS. Картографическая информация может включать в себя как общедоступные, так и конфиденциальные данные.

Данная работа посвящена проектированию, разработке и интеграции компонента поиска и компонента информации об объекте. Мобильная ГИС основана на веб-версии продукта и, по сути, предоставляет те же пользовательские возможности (кроме того, в мобильной ГИС присутствует поддержка геолокации), но позволяет осуществлять необходимые операции как в условиях наличия доступа к сети «Интернет», так и в условиях отсутствия доступа к ней.

Мобильной ГИС могут пользоваться любые отделы, выезжающие «на место». Например, специалисты по земельно-имущественным отношениям могут использовать функцию получения координат или границ объектов и земельных участков для оценки фактического расстояния местоположения объектов относительно их границ.

Другим примером может являться отслеживание экологами выезда рабочих за пределы земельных участков, участков для рекультивации, оценка расстояния до зон с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ), в число которых входят санитарно-защитные зоны, объекты культурного наследия и др.

Сложность проекта заключается в том, что, во-первых, мобильные устройства являются гораздо менее производительными, чем серверы, на которых работают веб-приложения, а также ограничены по доступному объему памяти. В связи с этим, в ходе работы над проектом было предпринято множество улучшений, направленных на повышение производительности, в частности, использование реляционной БД, что позволило существенно сократить объем геоданных, кэширование стилей, денормализация БД с целью увеличения производительности в узких местах и другие способы обеспечения достаточной для комфортной работы производительности.

1 Анализ предметной области

1.1 Назначение геоинформационных систем и их применение в бизнесе.

Геоинформационные системы довольно сильно проникли в жизнь современного человека. Многие люди используют геоинформационные системы ежедневно, иногда даже не задумываясь об этом. Современные геоинформационные системы могут использоваться, например, при решении повседневных задач, таких как поиск нужной улицы в незнакомом городе или вычисление кратчайшего пути до места работы. Пространственная информация помогает эффективно производить сельскохозяйственную продукцию и промышленные товары и др. [1]

Для решения такого рода задач сегодня используются картографические сервисы, такие как «2ГИС», «Google Maps» и другие. Зачастую общедоступные сервисы предлагают широкий набор инструментов помимо уже указанных. Например, мониторинг трафика на дорогах, мониторинг положения автобусов, расписание их движения и так далее. По некоторым оценкам, до 80-90% всей информации, с которой имеет дело человек, может быть представлено с помощью ГИС [2]. Благодаря инструменту геопозиционирования (может работать и в условиях отсутствия доступа к сети «Интернет»), пользование картографическими сервисами стало доступным даже неподготовленному человеку.

Для предприятий сфер бизнеса, связанных с добычей полезных ресурсов, в частности, предприятий нефтегазодобывающей сферы, использование геоинформационных систем является стратегически важной задачей. Это обусловлено тем, что, во-первых, все объекты предприятия имеют географическую привязку, во-вторых, на таких предприятиях работает множество кадров, которым нужно обрабатывать не только атрибутивные, но и пространственные данные о технологических объектах, зданиях, сооружениях и т.д. [3]

При этом, в отличие от общедоступных карт, географические данные организаций, как правило, являются конфиденциальными. В некоторых случаях, они могут быть зашифрованы или представлены в собственной системе координат во избежание утечек информации.

В связи с конфиденциальностью данных, использование публичных картографических сервисов не представляется возможным. С другой стороны, отказ от использования средств автоматизации при работе с картами мог бы означать снижение экономической целесообразности проводимых работ.

Поэтому организации вышеуказанных сфер бизнеса создают или приобретают собственные геоинформационные системы, предназначенные для решения необходимого круга задач. При этом, зачастую такие геоинформационные системы должны иметь как возможность онлайн-доступа, так и возможность оффлайн-доступа в зависимости от характера проводимых работ в связи с тем, что в некоторых случаях доступ к сети «Интернет» существенно затруднен или невозможен.

1.2 Проблематика работы с картографическими материалами на объектах

На данный момент, нефтегазодобывающие организации, на которых нацелена данная разработка, для решения задач мониторинга и оперативного анализа геоданных преимущественно используют веб-приложение «Геоинформационная система предприятия ГИСП» (рис. 1).

В связи с этим, на текущий момент основные бизнес-процессы, связанные с работой над картографическими материалами, приводят к необходимости использовать веб-версию продукта. Веб-версия продукта не предназначена для работы на мобильных устройствах, соответственно, для ее использования необходим настольный компьютер и соответствующая инфраструктура.

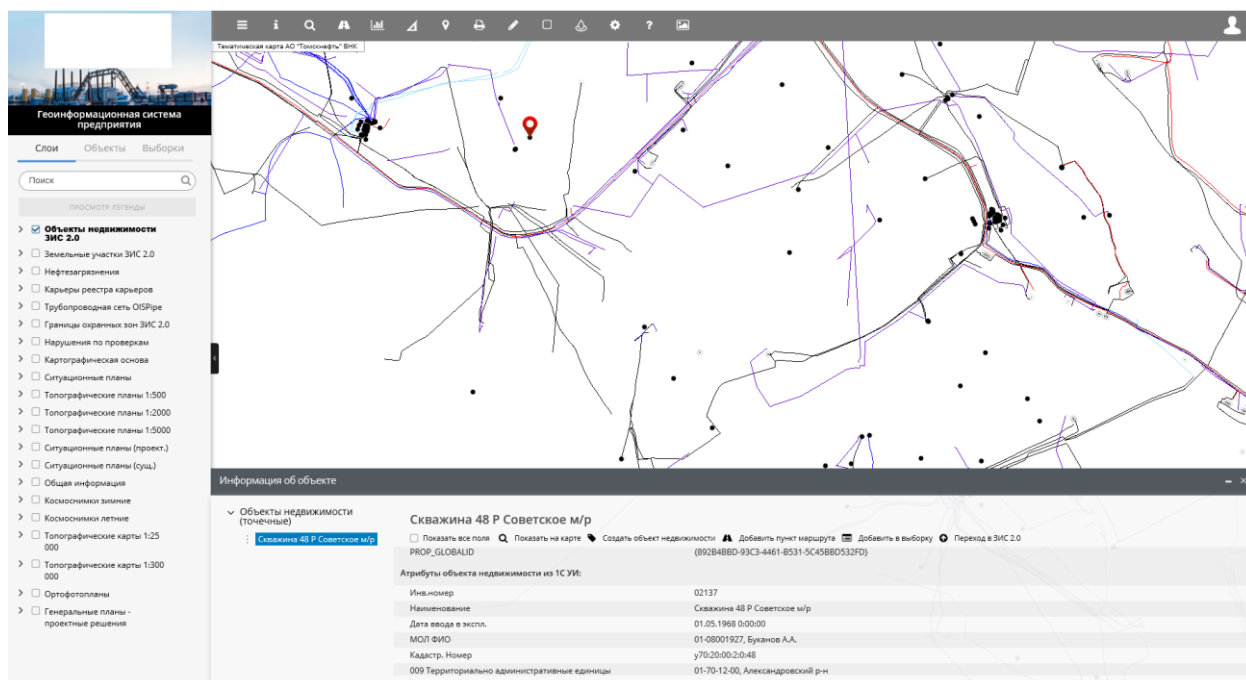


Рисунок 1 - геоинформационная система предприятия

Необходимость наличия настольного компьютера говорит о том, что в условиях отсутствия доступа к нему (на объектах) осуществлять работу с геоинформационной системой предприятия невозможно. Кроме того, даже в случае, если настольный компьютер имеется в наличии, на объектах может отсутствовать или быть затрудненным доступ к сети «Интернет».

Таким образом, при организации работы отделов, взаимодействующими с картографическими материалами на объектах, возникают следующие проблемы:

- 1) Затруднение работы на местности из-за отсутствия доступа к полным картографическим материалам и данным по объектам, использования только GPS-навигаторов;
- 2) Потеря времени специалистов на создание маршрута до нужных координат на местности, оценку расстояния от местоположения до объектов и т.д.;
- 3) Затруднение процесса передачи и дальнейшего хранения собранной на местности информации (фотографии, метки и т.д.)

На рисунке 2 представлена диаграмма Исикавы, которая позволяет определить и систематизировать фактические причины возникновения проблем при работе отделов на местности в соответствии с текущим бизнес-процессом и отобразить их в наглядной форме [4].

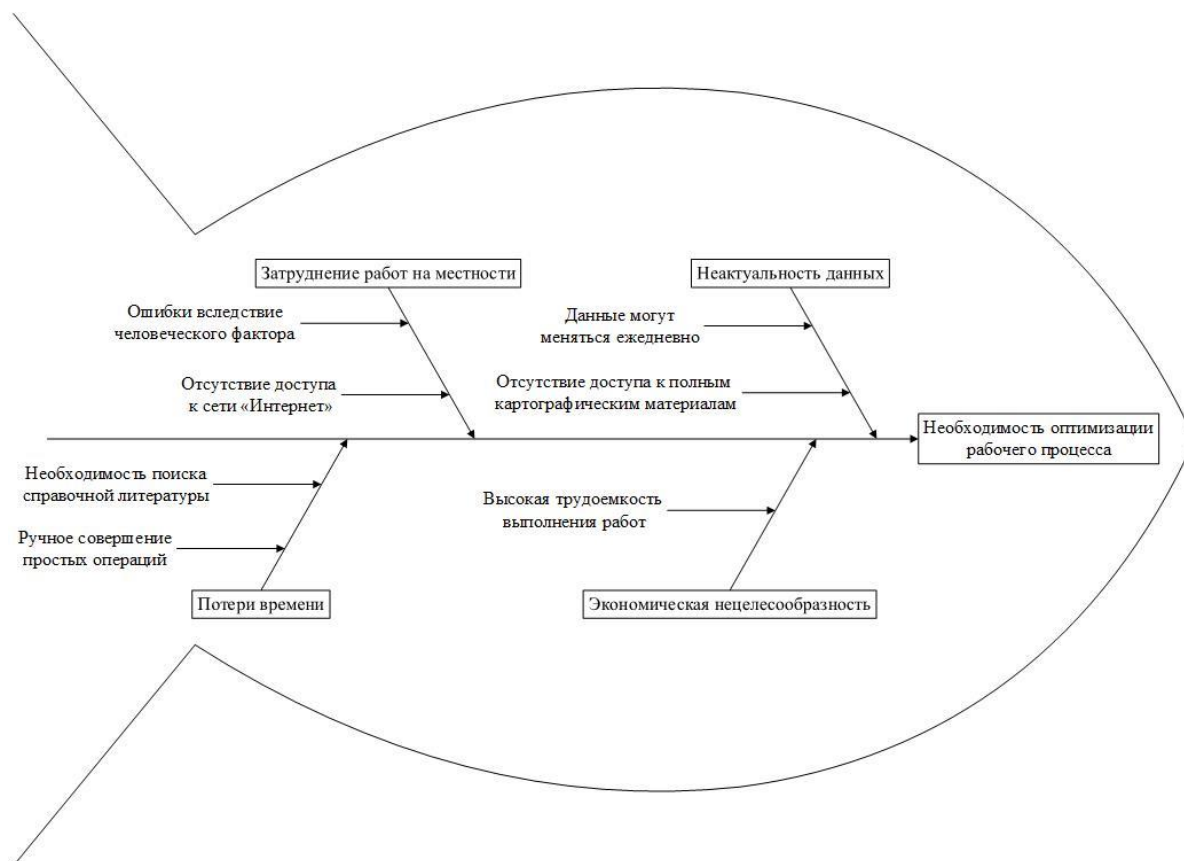


Рисунок 2 - диаграмма Исикавы

Как следует из диаграммы Fishbone, вышеуказанные проблемы приводят к необходимости оптимизации рабочих процессов. Одним из способов оптимизации является введение в эксплуатацию мобильной геоинформационной системы, устраняющей недостатки текущих бизнес-процессов на местности или сводящей их к минимуму.

Внедрение мобильной ГИС и, в частности, компонентов поиска и информации об объектах, которые являются основополагающими для любой ГИС, может привести к следующим выгодам:

- 1) Оперативный доступ и возможность работать со всем объемом картографических материалов и геоданных на местности;

- 2) Навигация по объектам предприятия с возможностью геопозиционирования при отсутствии доступа к сети «Интернет»;
- 3) Загрузка собранных данных через приложение в геоинформационную систему предприятия;
- 4) Измерение расстояний, площадей участков, переход по координатам, построение маршрутов;
- 5) Получение атрибутивной и пространственной информации об объектах на карте

1.3 Формализованное описание бизнес-процессов с использованием диаграмм IDEF0

Данная работа посвящена разработке компонентов поиска и информации об объекте, которые, как было сказано ранее, являются основополагающими для любой геоинформационной системы, т.к. перед использованием таких инструментов как поиск маршрута, оставление заметок, хранение собранной информации, необходимо найти в картографических материалах объекты, к которым происходит привязка.

Для моделирования бизнес-процессов, удобно использовать модель IDEF0. Модель IDEF0 всегда начинается с представления системы как единого целого – одного функционального блока с интерфейсными дугами, описывающего предметную область. После этого проводится декомпозиция, которая позволяет представлять модель в виде иерархической структуры отдельных программ [5].

На рисунке 3 приведена контекстная диаграмма в соответствии с нотацией IDEF0, приблизительно описывающая бизнес-процесс поиска информации об объектах до внедрения мобильной ГИС.



Рисунок 3 - контекстная диаграмма IDEF0

На рисунке 4 изображено декомпозированное представление контекстной диаграммы.

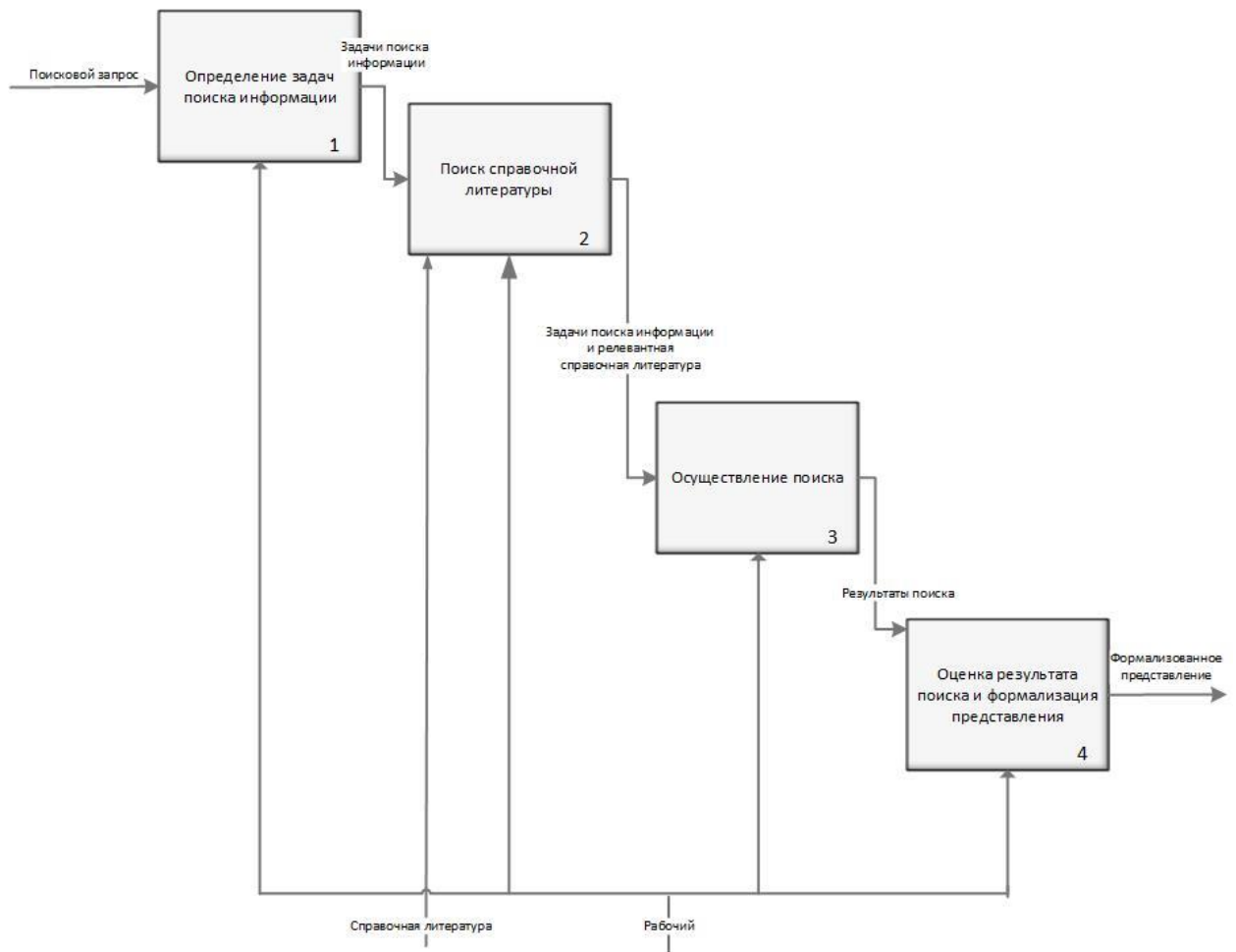


Рисунок 4 - диаграмма декомпозиции

Из диаграммы декомпозиции видно, что осуществление операций поиска информации об объекте и поиска в принципе представляет собой

ограниченное количество рутинных операций, которые могут быть автоматизированы.

1.4 Определение целей работы и формирование требований к разрабатываемым компонентам

Целью данной работы является обеспечение пользователей простыми и удобными инструментами, позволяющими осуществлять операции автоматизированного поиска географических данных, а также получать информацию об объектах на карте.

Для реализации запланированного функционала, требуется определить требования к разрабатываемым модулям.

1.4.1 Бизнес-требования

1. Повышение экономической целесообразности проводимых на месте работ вследствие обеспечения возможности доступа с мобильных устройств.

2. Обеспечение низкого порога вхождения для пользователей ГИСП благодаря внешнему сходству с веб-версией системы.

3. Предоставление возможности осуществлять получение информации об объектах на карте и осуществлять поиск в условиях как наличия, так и отсутствия доступа к сети «Интернет».

1.4.2 Требования к инструменту поиска

Система должна позволять пользователю осуществлять следующие виды поиска:

1. Поиск по видимым слоям
2. Поиск по указанным слоям
3. Поиск по всем слоям
4. Поиск по указанному слою

Система должна позволять пользователю осуществлять поиск:

1. По всем атрибутам
2. По наименованиям
3. По указанным атрибутам, если выбран поиск по указанному слою

Поисковая должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Поисковая строка должна представлять собой строчное поле
2. Символ «%» означает маску любой необязательной последовательности символов
3. Символ «?» означает маску одного обязательного символа

Система поиска должна поддерживать следующие режимы поиска:

1. Поиск с учетом регистра
2. Поиск по точному совпадению
3. В случае поиска по точному совпадению, символы «%» и «?» рассматриваются как символы, а не как маски.

1.4.3 Требования к инструменту информации об объекте

1. При нажатии на объект на карте, должен запускаться инструмент информации об объектах.
2. Если в область нажатия попало несколько объектов, пользователю должен быть предоставлен список объектов для выбора.
3. Информация об объекте должна выводиться в виде списка атрибутов объекта и их значений.
4. Инструмент информации об объекте должен позволять совершить центрирование окна карты на выделенный объект при нажатии кнопки «Показать на карте».
5. Системные поля объектов должны скрываться по умолчанию.
6. Пользователю должна быть предоставлена возможность показать скрытые поля.

1.5 Выводы по разделу

В результате анализа предметной области был проведен анализ назначения геоинформационных систем, их применение в бизнесе и в контексте нефтегазодобычи.

Были определены основные проблемы, возникающие при работе с картографическими материалами на объектах в условиях отсутствия доступа к сети «Интернет». Были выявлены некоторые выгоды, которые может получить организация при внедрении мобильной геоинформационной системы в рабочие процессы, таким образом была определена актуальность разработки.

Было проведено описание бизнес-процессов, связанных с поиском информации об объектах с использованием диаграмм IDEF0, а также определены требования к разрабатываемым компонентам мобильной геоинформационной системы.

2 Проектирование компонентов

В данном разделе будет проведено описание логической модели данных и проектирование разрабатываемых компонентов мобильной ГИС:

- 1) Компонента информации об объектах
- 2) Компонента поиска

Компонент информации об объекте должен быть спроектирован перед компонентом поиска, т.к. по завершении процесса поиска, необходимо отобразить пользователю атрибутивные данные найденного объекта. Таким образом, компонент поиска может переиспользовать компонент информации об объекте для отображения результата поиска. Это позволит снизить экономические затраты на разработку.

2.1 Логическая модель данных

Перед тем, как приступить к непосредственной разработке компонентов мобильной ГИС, необходимо составить логическую модель данных. Необходимость связана с тем, что оба разрабатываемых компонента используют геоданные слоев.

Для составления логической модели данных можно использовать такие виды диаграмм как ERD, IDEF1X, OMM, ERM и др. В рамках данной работы была использована диаграмма IDEF1X. Диаграмма IDEF1X представляет собой совокупность сущностей и атрибутов, необходимых для создания прообраза БД. Она позволяет определить логическую структуру БД, оценить требуемый объем хранимых данных и т.д. [6]

Диаграмма IDEF1X представлена на рисунке 5. На ней отображены основные сущности системы и связи между ними. Некоторые связи установлены неявно, т.к. средствами реляционных баз данных реализация таких связей не представляется возможной. Такие связи должны обрабатываться непосредственно с помощью кода приложения.

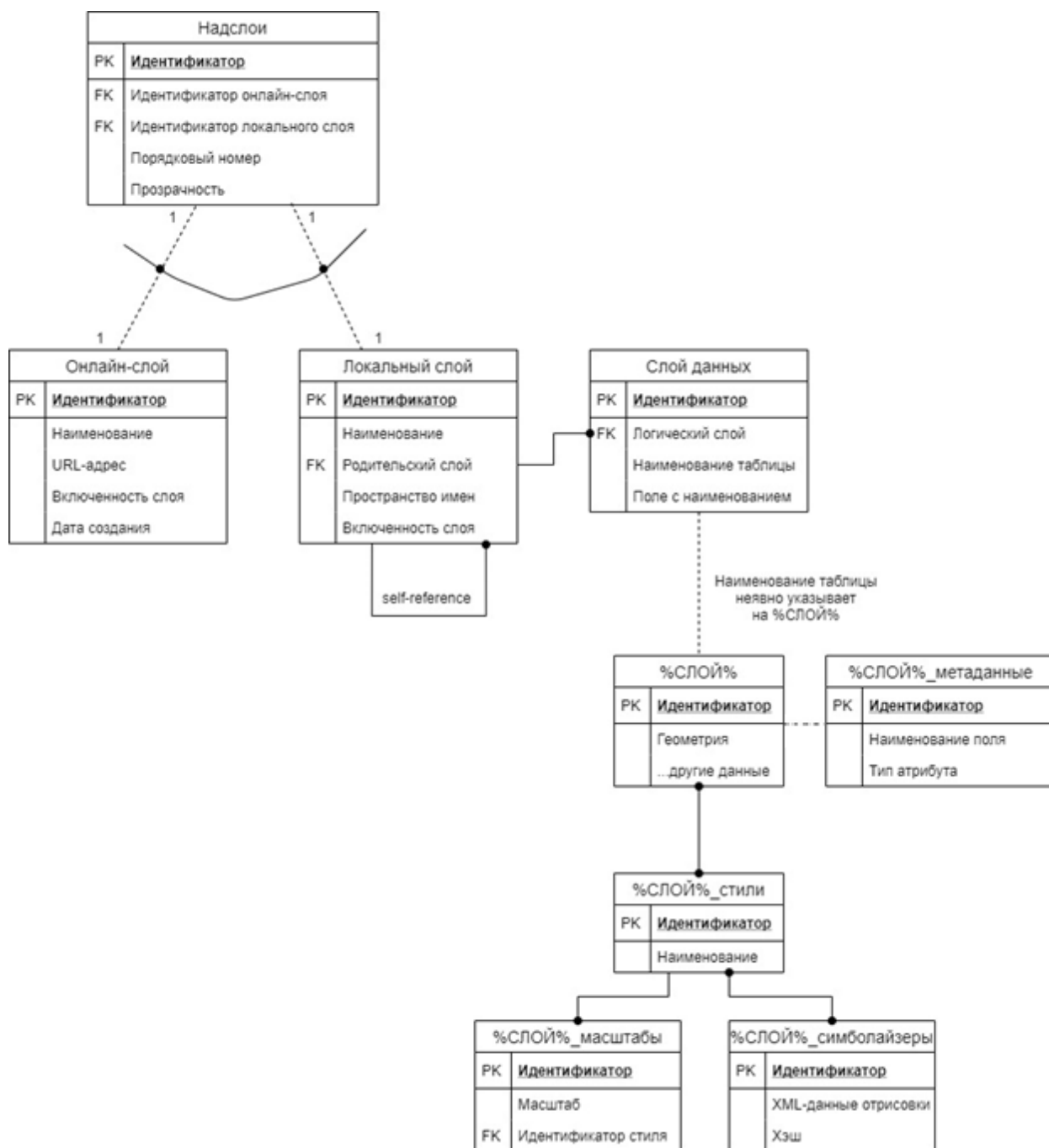


Рисунок 5 – диаграмма IDEF1X

Основная сложность логической модели данных заключается в том, что данные слоев не нормированы. В частности, данные локальных слоев для каждого отдельного слоя являются динамическими и могут содержать различные независимые атрибуты. Обязательным атрибутом является геометрия. Описание типов атрибутов располагается в метаданных слоя.

Так как отрисовка локальных данных происходит непосредственно на устройстве, на схеме представлены сущности стилей и масштабных ограничений.

Локальный слой дерева слоев может включать себя несколько слоев с данными («схлопывать»). Благодаря self-reference обеспечивается возможность организовывать иерархию локальных слоев. При этом для онлайн-слоев отсутствует поддержка построения иерархии.

Сущность «Надслой» может включать в себя ссылку на локальный или на онлайн-слой. Экземплярами этой сущности являются корневые элементы дерева слоев.

2.2 Проектирование компонента информации об объекте

Как следует из требований к компоненту, осуществление операции получения информации об объекте является довольно простой для разработки вследствие малого функционала. Поиск объекта по координатам нажатия осуществлять не требуется, т.к. эта функция уже поддерживается библиотекой ThinkGeo, производящей отрисовку карты. В связи с этим, для этого компонента будет достаточно совершить неглубокое проектирование на уровне диаграммы классов и диаграммы последовательностей. При этом, при проектировании интерфейса компонента, необходимо учесть возможность переиспользования этого компонента компонентом поиска.

Диаграмма классов компонента информации об объекте приведена на рисунке 6. Диаграмма последовательности действий при нажатии пользователя на карту приведена на рисунке 7.

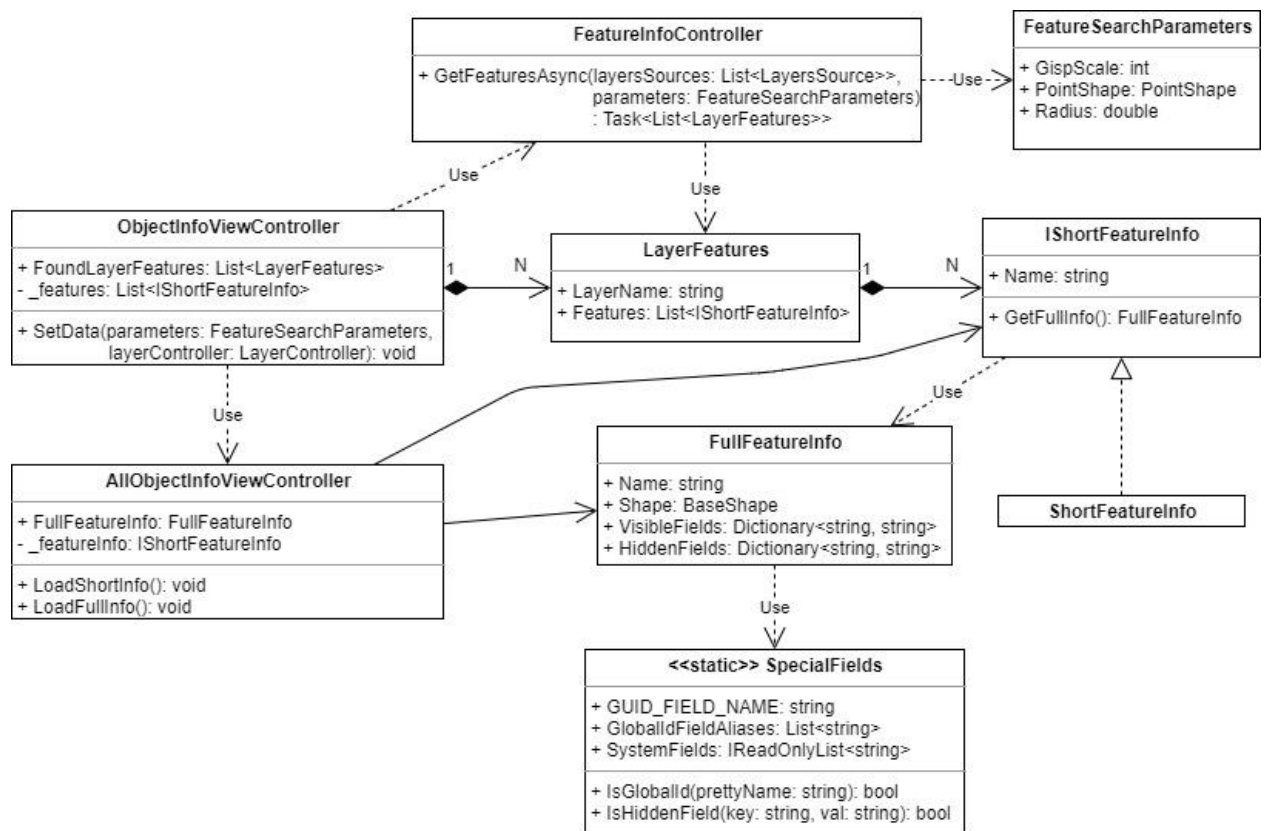


Рисунок 6 - диаграмма классов компонента информации об объекте

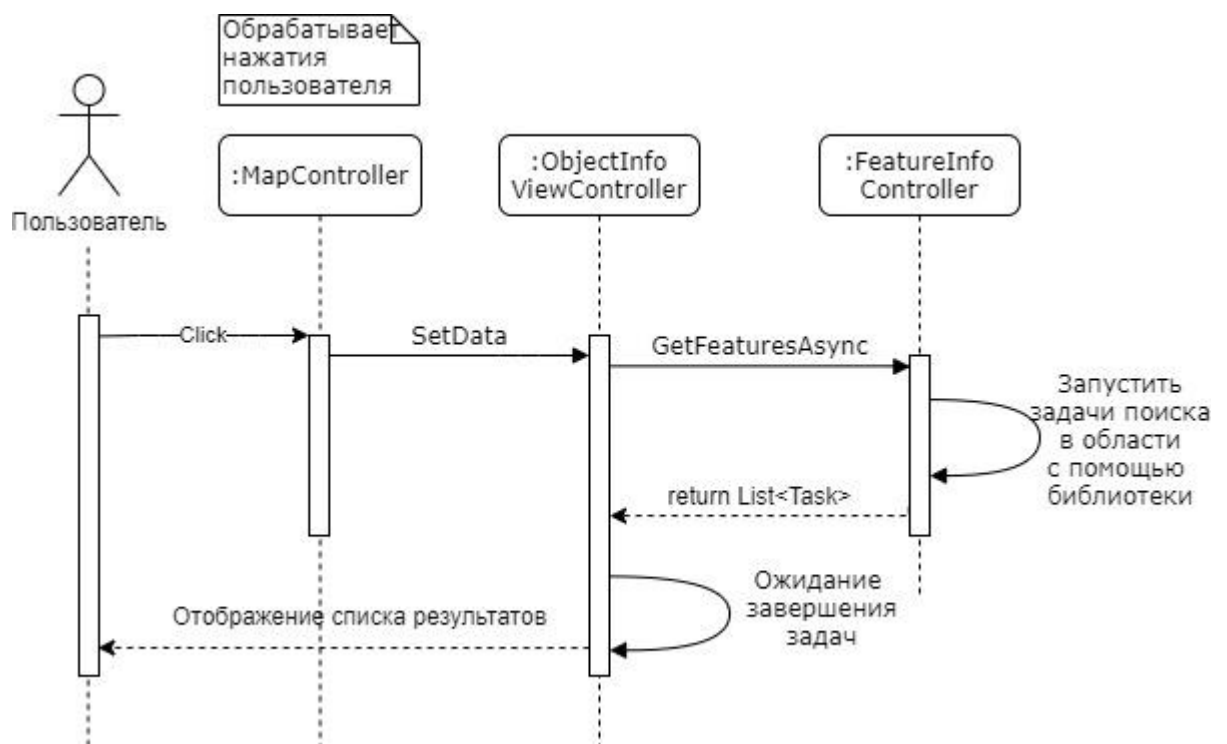


Рисунок 7 - диаграмма последовательности при нажатии пользователя на карту

2.3 Проектирование компонента поиска

Компонент поиска является важным компонентом мобильной геоинформационной системы и предназначен для осуществления поиска геоданных по локальным и внешним источникам данных. Компонент поиска, в отличие от компонента информации об объекте, является элементом с более сложным поведением (например, он может взаимодействовать с внешними источниками данных), поэтому для него необходимо более детальное проектирование.

Для определения назначения модуля (основной функции) и его взаимодействия с внешней средой, была составлена контекстная диаграмма IDEF0 (рис. 8).

2.3.1 Определение основной функции с помощью IDEF0



Рисунок 8 - контекстная диаграмма

Как следует из диаграммы, на вход подсистеме подается пользовательский ввод и дерево слоев, представляющее собой дерево ссылок на локальные и внешние источники данных. На выходе формируется дерево результатов поиска как результат применения поискового запроса к слоям дерева слоев. Так как поиск может осуществляться не только по локальным данным, но и по онлайн-данным, то на диаграмме указан WFS-сервис, к которому происходит обращение в случае поиска по онлайн-слоям.

В целях дальнейшего анализа проектируемой системы была проведена детализация с использованием диаграммы декомпозиции IDEF0 (рис. 9).

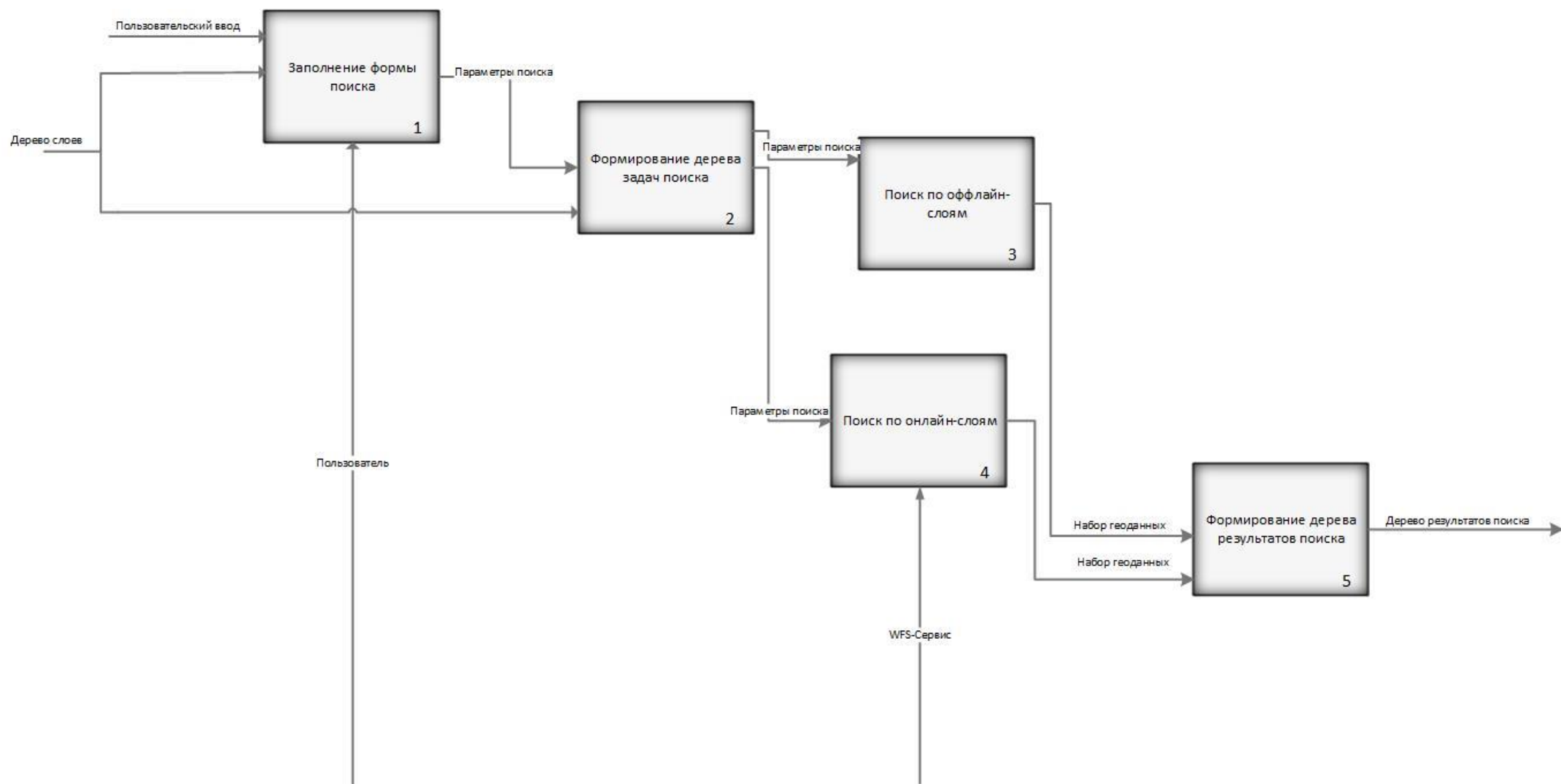


Рисунок 9 - диаграмма декомпозиции

Как следует из диаграммы декомпозиции, работу компонента можно разделить на 4 блока:

- 1) Заполнение формы поиска пользовательскими данными;
- 2) Формирование и запуск задач поиска по слоям дерева слоев;
- 3) Непосредственное осуществление поиска в онлайн- и оффлайн-слоях;
- 4) Формирование дерева результатов поиска из релевантных данных

Так как процесс работы с внешними источниками данных серьезно отличается от работы с локальными источниками данных, была проведена декомпозиция функции поиска по онлайн-слоям (рис. 10).

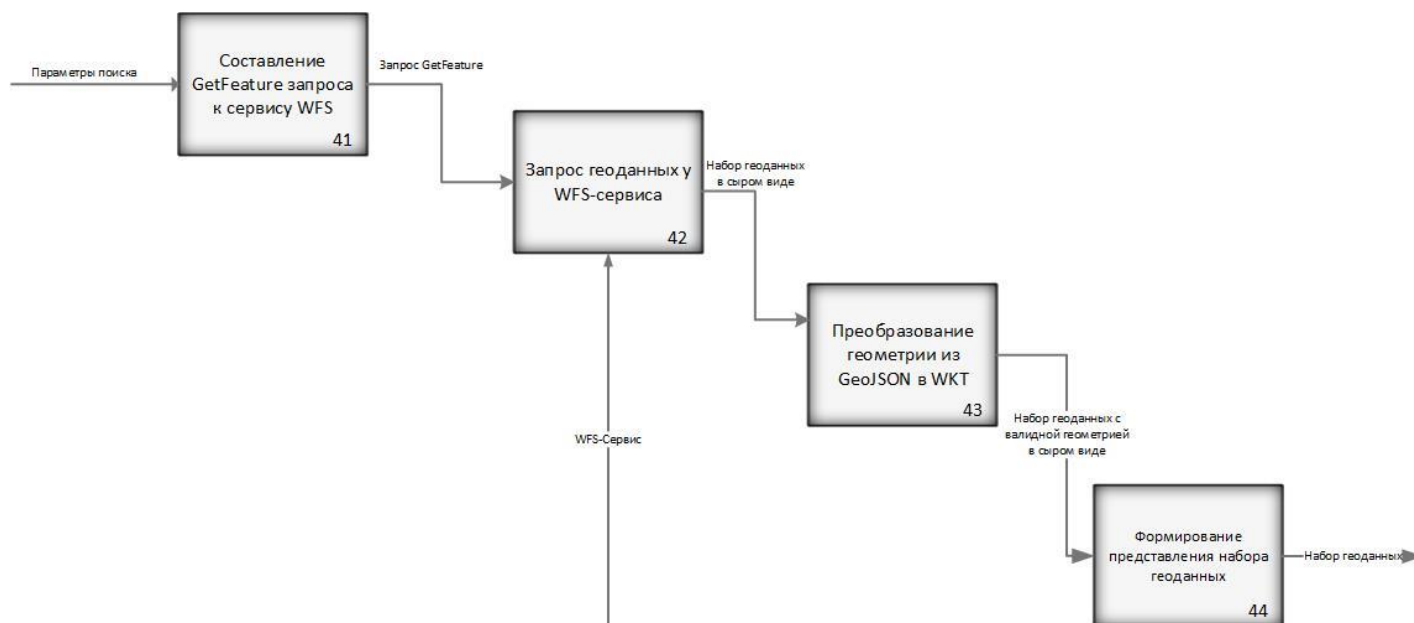


Рисунок 10 - диаграмма декомпозиции функции поиска по онлайн-слоям

2.3.2 Описание последовательностей изменений состояния компонента с использованием диаграмм IDEF3

В целях обеспечения пользовательской возможности ограничивать область поиска, система поддерживает следующие виды поиска:

- 1) Поиск по всем слоям
- 2) Поиск по видимым слоям
- 3) Поиск по указанным слоям

4) Поиск по конкретному слою

Кроме того, система позволяет пользователю накладывать дополнительные фильтры (помимо фильтра на название) на свойства объектов для повышения точности поиска:

- 1) Установка значения всех параметров (как минимум 1 свойство объекта должно быть равно указанному);
- 2) Установка значения конкретных атрибутов, если выбран поиск по конкретному слою.

Для наглядного описания последовательности изменений состояния компонента при осуществлении операции поиска были использованы диаграммы сценариев IDEF3 (рис. 11 и рис.12). Диаграммы приведены на следующей странице.

Диаграмма заполнения поисковой формы описывает сценарии поведения пользователя при вводе параметров поиска (пользовательский ввод) и покрывает указанные выше поисковые ограничения. Для удобства восприятия, поиск по видимым, указанным и всем слоям объединен в один вид поиска «Поиск в нескольких слоях», так как принципиальная разница между этими видами поиска отсутствует. По умолчанию выбран поиск во всех слоях и не установлены дополнительные фильтры на свойства объектов.

Диаграмма осуществления операции поиска по подслою показывает сценарии поведения системы при поиске по онлайн- или оффлайн-слою и является декомпозицией операции поиска в одном слое. Отдельное описание поиска в нескольких слоях не имеет смысла, так как он представляет собой циклический поиск по одному слою.



Рисунок 11 - диаграмма заполнения поисковой формы



Рисунок 12 - диаграмма осуществления операции поиска по подслою

2.3.3 Моделирование потоков данных с помощью диаграмм DFD

Для моделирования потоков данных приложения были составлены диаграммы DFD (рис. 13, 14).

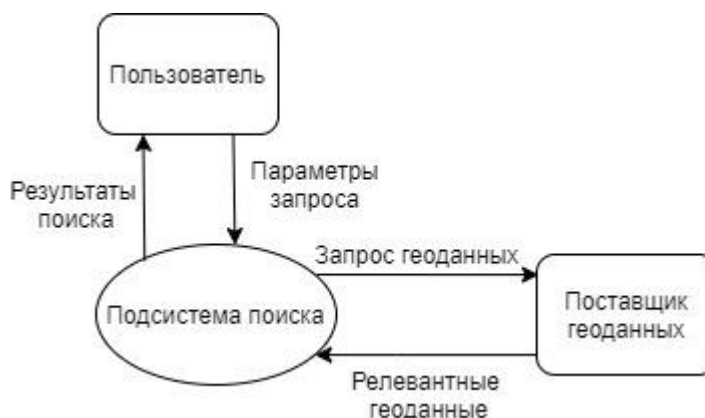


Рисунок 13 – контекстная диаграмма

На рисунке 10 представлена контекстная диаграмма потоков данных. Пользователь может обращаться к подсистеме поиска, которая в свою очередь может обращаться к поставщику геоданных. Поставщиком геоданных может являться база данных в случае локальных слоев или внешний WFS-сервис в случае онлайн-слоев.

Для отображения потока данных между операциями, была составлена еще одна DFD-диаграмма (рис. 12). При этом, во избежание дублирования, было проведено абстрагирование от типа поиска.



Рисунок 14 – диаграмма потока данных

2.3.4 Описание процессов нижнего уровня с помощью диаграммы BPMN

На рисунке 15 изображена диаграмма описания процесса осуществления поиска пользователем с использованием нотации BPMN. Для обеспечения возможности выбора способа поиска, на диаграммах используются операторы взаимоисключающего «ИЛИ».

На диаграмме выделены 3 действующих лица: пользователь, подсистема поиска и поставщик геоданных. При этом, пользователь не имеет прямого доступа к поставщику геоданных и взаимодействие происходит посредством подсистемы поиска.

Условно, на этом уровне можно выделить несколько фаз поиска:

- 1) Открытие формы поиска и ее заполнение пользовательскими данными;
- 2) Запрос атрибутов слоя подсистемой поиска;
- 3) Формирование поискового запроса;
- 4) Обращение с запросом и получение релевантных геоданных;
- 5) Пост-обработка полученных данных и формирование представления.

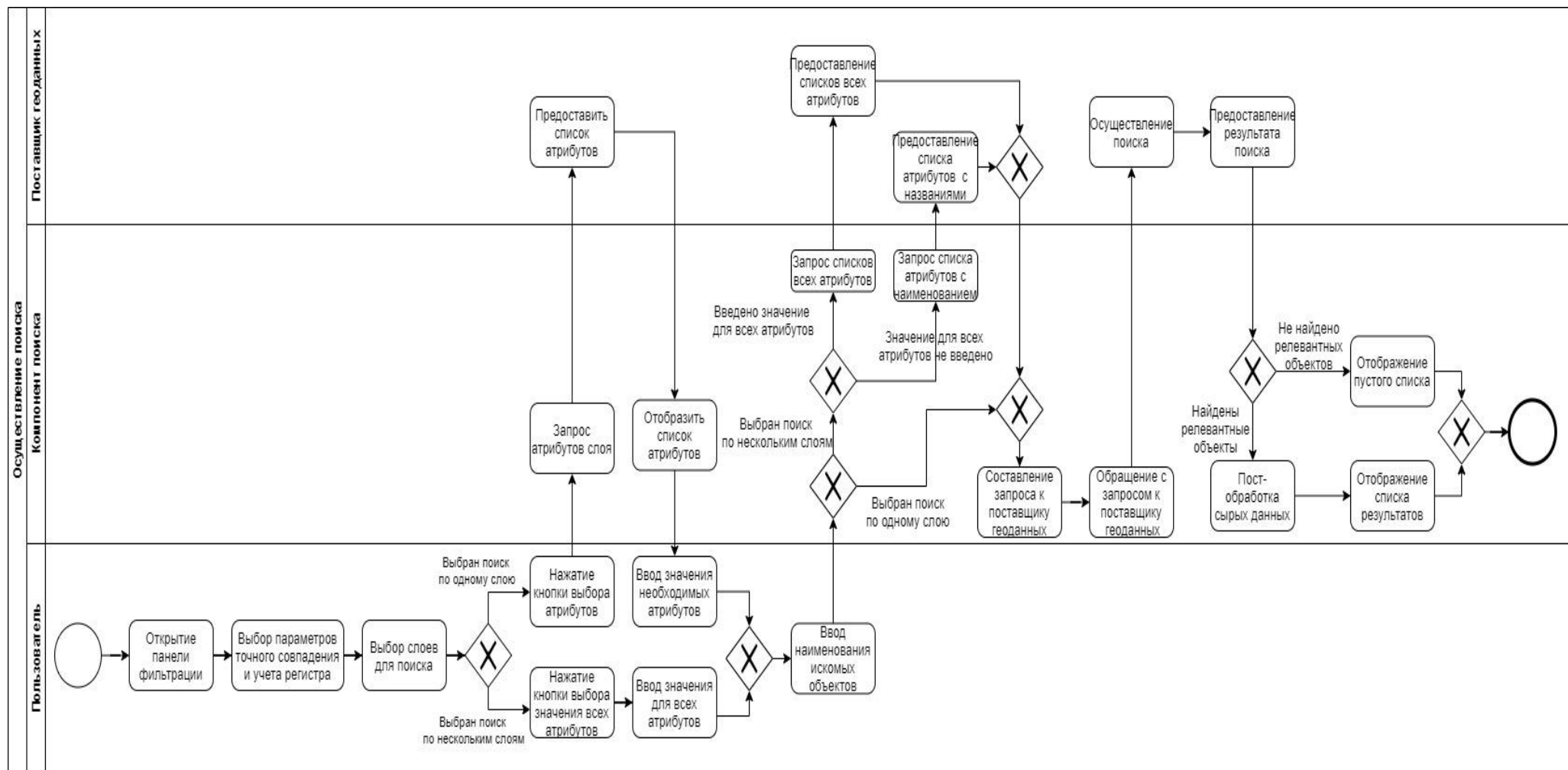


Рисунок 15 – диаграмма осуществления поиска в нотации BPMN

2.3.5 Моделирование процессов с использованием диаграмм UML в целях непосредственной реализации компонента

В целях обеспечения большей детализации проектируемого компонента была сформирована диаграмма классов бизнес-логики (рис. 16). На диаграмме классов бизнес-логики отсутствуют классы пользовательского интерфейса.

Диаграмма классов соответствует описанному ранее процессу, но предназначена для определения набора классов и интерфейсов системы (в каждом классе содержится название, атрибуты и методы), а также отношений между классами и интерфейсами (обобщение, ассоциация, агрегирование, композиция, зависимость) [7]. На диаграмме классов изображены также атрибуты классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между классами. На диаграмме опущены некоторые вспомогательные сущности, декомпозиция которых не требуется вследствие очевидности или допуска вольности реализации. Также опущены некоторые внешние по отношению к подсистеме поиска сущности.

На рисунке 17 приведена диаграмма последовательности при выполнении поиска по всем атрибутам всех слоев. На рисунке 18 приведена диаграмма последовательности при выполнении поиска по указанным атрибутам конкретного слоя. Наименования сущностей совпадают с сущностями диаграммы классов. Сущности *LayerQuerier* и *QueryBuilder* являются искусственными и их нет в диаграмме классов. Эти сущности являются необходимыми в контексте диаграммы последовательностей, т.к. описанные процессы в целом совпадают как для онлайн- так и для оффлайн-слоев. Введение этих сущностей позволило избежать дублирования информации для разных видов слоев.

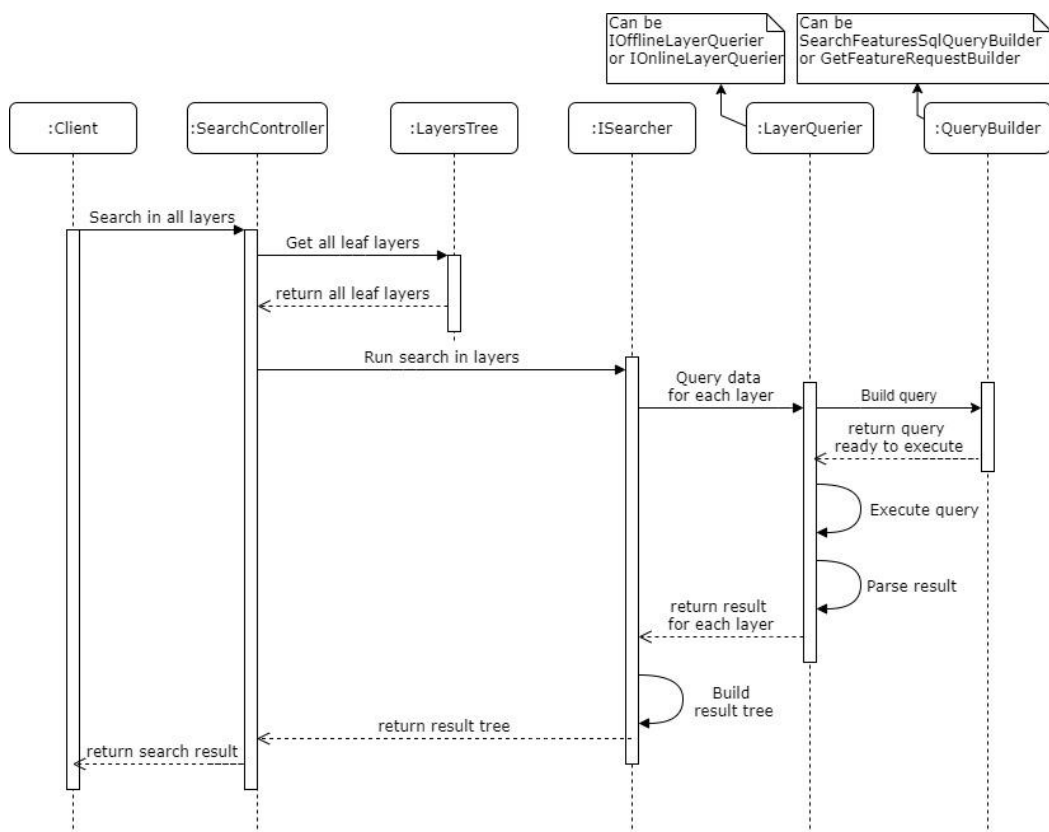


Рисунок 17 – диаграмма последовательности при поиске по всем слоям

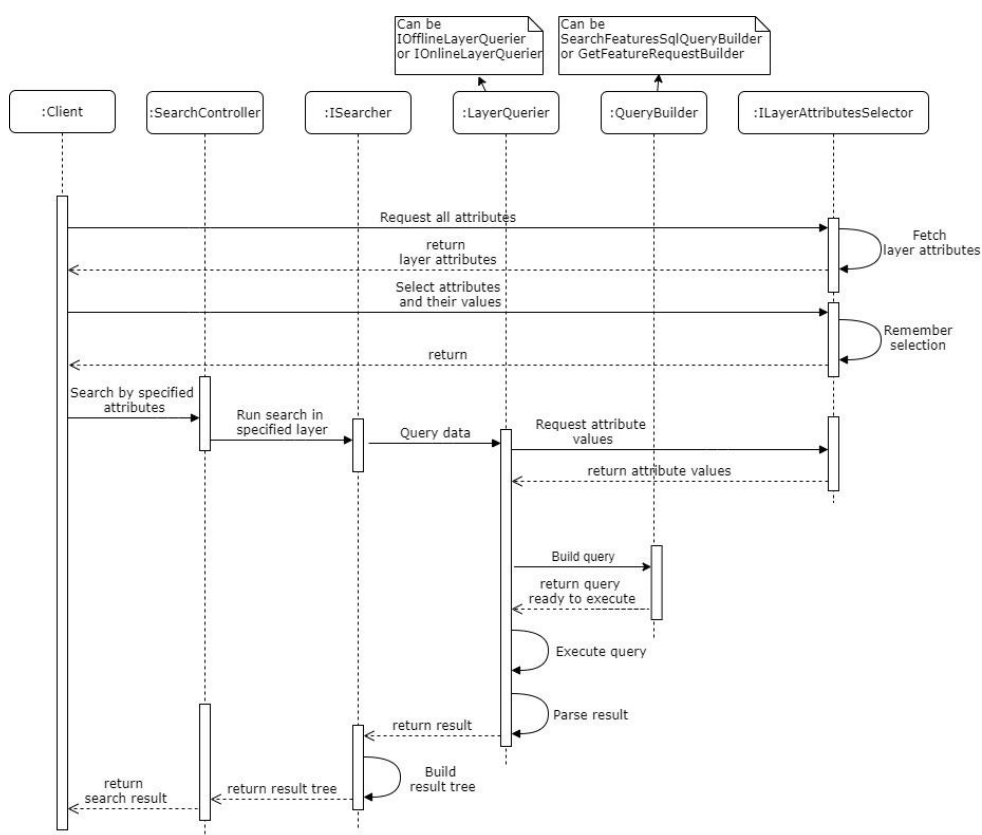


Рисунок 18 – диаграмма последовательности при поиске по указанным атрибутам конкретного слоя

2.4 Выводы по разделу

В результате выполнения работ по проектированию были смоделированы основные сущности и процессы, которые должны протекать при работе с компонентом информации об объекте и компонентом поиска.

В частности, сначала была определена логическая модель данных, необходимая для проектирования и разработки компонентов мобильной ГИС, связанных с обработкой и анализом геоданных.

После определения логической модели данных для разрабатываемых компонентов был построен ряд диаграмм, описывающих их планируемое поведение, в частности:

- 1) Диаграммы классов в целях определения основных сущностей (классов) компонентов и связей между ними;
- 2) Диаграммы последовательностей для моделирования процессов обмена сообщениями между сущностями на протяжении их жизненного цикла;
- 3) Диаграммы нотации IDEF для определения основной функции и изменений состояния компонента поиска;
- 4) Диаграммы нотации DFD для моделирования потоков данных;
- 5) Диаграмма BPMN для описания процессов нижнего уровня.

3 Разработка компонентов

3.1 Описание используемых технологий и средств разработки

Чаще всего процесс разработки приложения для устройств на базе операционной системы iOS связан с написанием программы на одном из языков для этой платформы: Objective-C или Swift. Эти языки созданы корпорацией Apple, которая обеспечивает разработчиков актуальными наборами средств разработки и средой Xcode [8].

Тем не менее, в данной работе и в проекте «Мобильная ГИС» основным языком программирования выступает язык C#. Основной причиной выбора этого языка программирования является то, что с его помощью можно разрабатывать кроссплатформенную бизнес-логику.

Разработка кроссплатформенной бизнес-логики является важной задачей, потому что в дальнейшем планируется развитие мобильной ГИС и добавление поддержки операционной системы Android. При этом, полное переписывание всей логики приложения привело бы к излишним затратам материальных ресурсов. При разработке с использованием языка C#, переписать можно будет только логику, связанную с взаимодействием с операционной системой iOS.

В качестве библиотеки, производящей отрисовку карт и позволяющей осуществлять ряд простых операций со слоями (например, запрос геоданных в области нажатия для инструмента информации об объекте), использовалась библиотека ThinkGeo MapSuite. Код, написанный с использованием этой библиотеки, так же является кроссплатформенным и при переносе кодовой базы на ОС Android требует только подключить библиотеку ThinkGeo.Mapsuite.Android.

В качестве основной среды разработки продукта использовалась интегрированная среда разработки Visual Studio 2019. Она обладает широким функционалом, таким как автодополнение кода, качественный отладчик,

инструменты тестирования и др. Среда разработки является проприетарной, поэтому и выпускается организацией Microsoft. Одним из недостатков среды разработки является сравнительно высокая цена лицензии разработчика.

В качестве симулятора мобильного устройства использовался Xcode iOS Simulator, поставляемый вместе со средой разработки Xcode и обеспечивающий возможность симуляции работы приложений как на разных устройствах, так и на разных версиях операционной системы iOS.

Разработка велась с использованием системы управления репозиториями кода GitLab.

3.2 Описание функциональных возможностей разработанных компонентов

3.2.1 Описание функционала компонента информации об объекте

На рисунке 19 представлен начальный экран приложения «Мобильная ГИС».

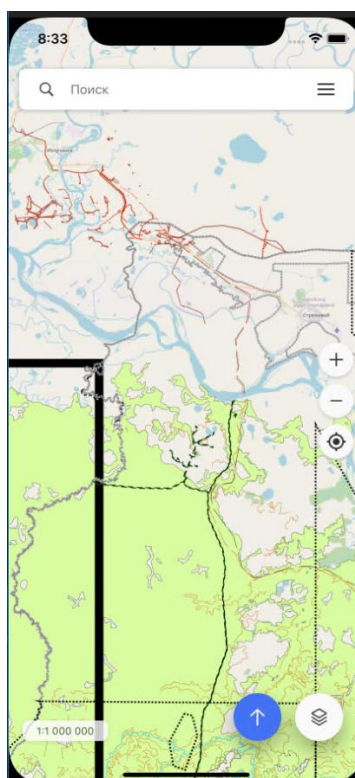


Рисунок 19 – начальный экран приложения

В интерфейсе приложения присутствуют следующие элементы:

- 1) Поисковая строка в верхней части экрана и кнопка главного меню
- 2) Кнопки изменения масштаба и геопозиционирования в центральной части экрана справа
- 3) Индикатор масштаба в нижней части экрана слева
- 4) Кнопка дополнительных инструментов и кнопка панели слоев в нижней части экрана справа.

Для того, чтобы воспользоваться инструментом информации об объекте, нужно нажать на произвольную область карты. После этого в области нажатия на карте появится маркер и осуществится поиск географических объектов в области нажатия. Найденные объекты отобразятся в панели «Информация об объекте». На рисунке 20 были найдены несколько объектов слоёв «Земельные участки ЗИС 2.0» и «Общая информация», поэтому они отображены в форме списка.

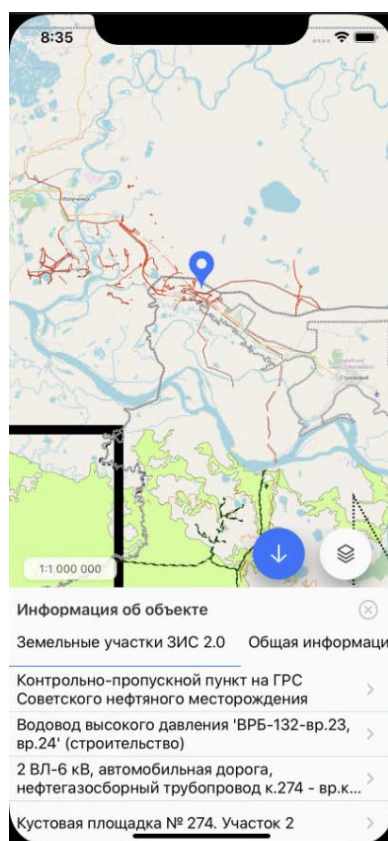


Рисунок 20 – панель информации об объекте

При нажатии на один из элементов списка (или если был найден только один объект), отобразится панель атрибутивных данных объекта (рис.21).

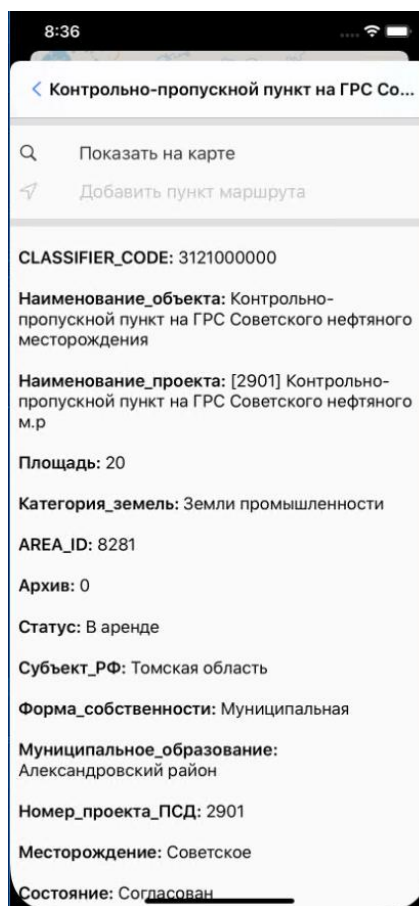


Рисунок 21 – панель атрибутивных данных объекта

Как видно на рисунке, панель атрибутов представлена в форме наименований свойств объекта и значений свойств, разделенных двоеточием. При этом, компонент поддерживает определение наименований свойств как с использованием наименований столбцов в таблицах геоданных слоев, так и с помощью метаданных (если они имеются в наличии), что позволяет сделать их человекопонятными.

В верхней части панели атрибутов находятся кнопки «Показать на карте» и «Добавить пункт маршрута», предоставляющие возможность осуществлять дополнительные операции с найденным объектом. Кнопка «Добавить пункт маршрута» заблокирована, т.к. функционал составления маршрута пока находится в реализации.

При нажатии на кнопку «Показать на карте», произойдет центрирование экрана на найденном объекте. При этом масштаб подстроится под размер геометрии объекта (первоначально масштаб был 1:1 000 000, после применения инструмента стал 1:10 000) и геометрия объекта подсветится синим цветом для удобства пользователя (рис.22).

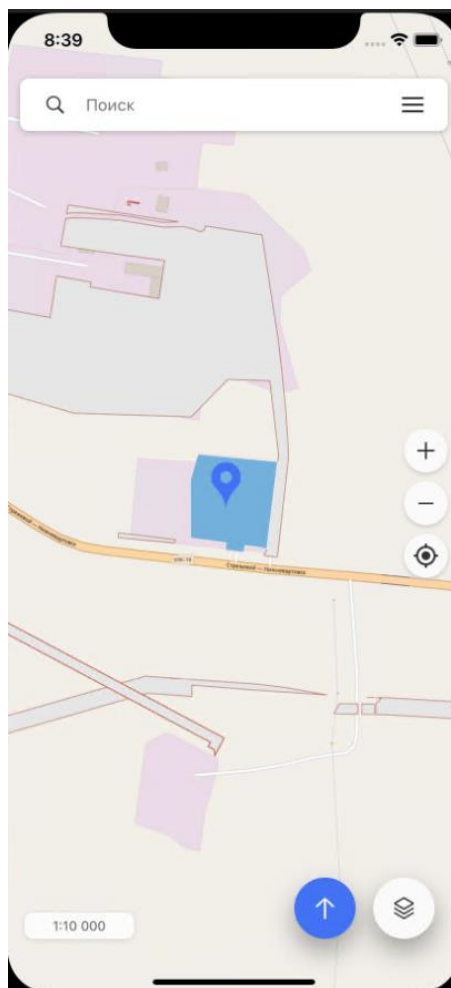


Рисунок 22 – показ объекта на карте

3.2.2 Описание функционала компонента поиска

Для того, чтобы воспользоваться инструментом поиска, нужно нажать на строку поиска в верхней части экрана или кнопку панели слоев в нижней части экрана справа.

После этого откроется панель слоев, в верхней части которого будет поле ввода наименования искомого объекта (рис.23).

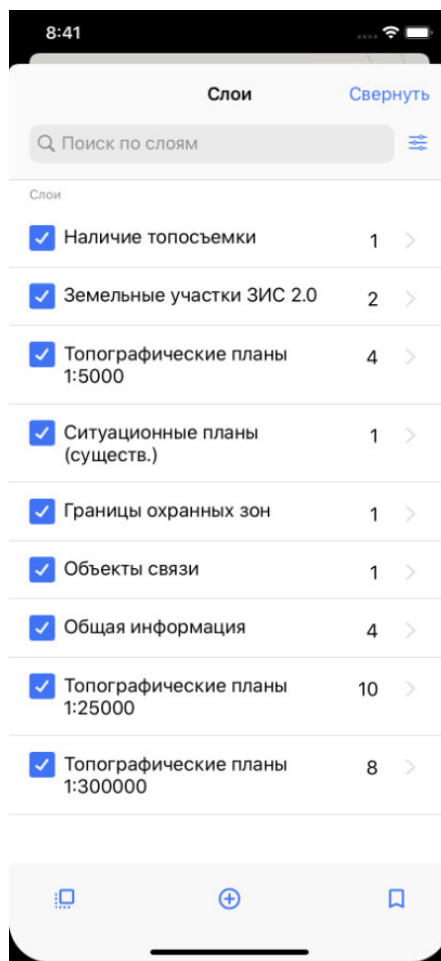


Рисунок 23 – панель слоев

Справа от поля ввода находится кнопка панели фильтрации. После нажатия на нее, откроется экран «Фильтр поиска», который позволяет конфигурировать параметры поиска.

Как видно на рисунке 24, панель фильтрации позволяет накладывать следующие ограничения:

- 1) Осуществлять поиск только в видимых слоях;
- 2) Осуществлять поиск по точному совпадению значений указанных атрибутов;
- 3) Осуществлять поиск с учетом регистра значений атрибутов;
- 4) Ограничивать область поиска с помощью кнопки «Поиск по слою»;
- 5) Указывать значение, которому должен быть равен как минимум 1 из атрибутов указанных слоев с помощью кнопки «Все атрибуты»

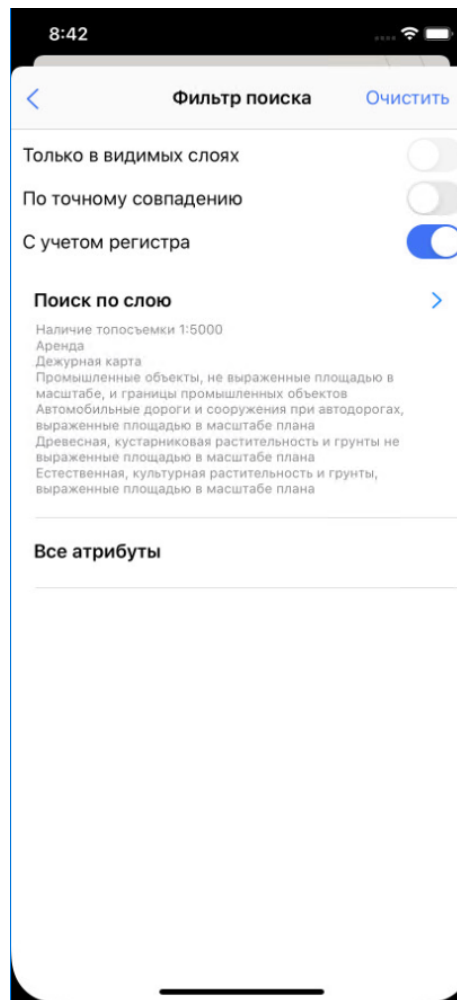


Рисунок 24 – панель фильтрации

При нажатии на кнопку установки значения всех атрибутов, откроется форма ввода значения для поиска по всем атрибутам (рис. 25)

Рисунок 25 – форма ввода значения для поиска по всем атрибутам

При нажатии кнопки «Поиск по слою», откроется панель выбора слоев, объекты которых могут попадать в выборку при осуществлении операции поиска (рис. 26).

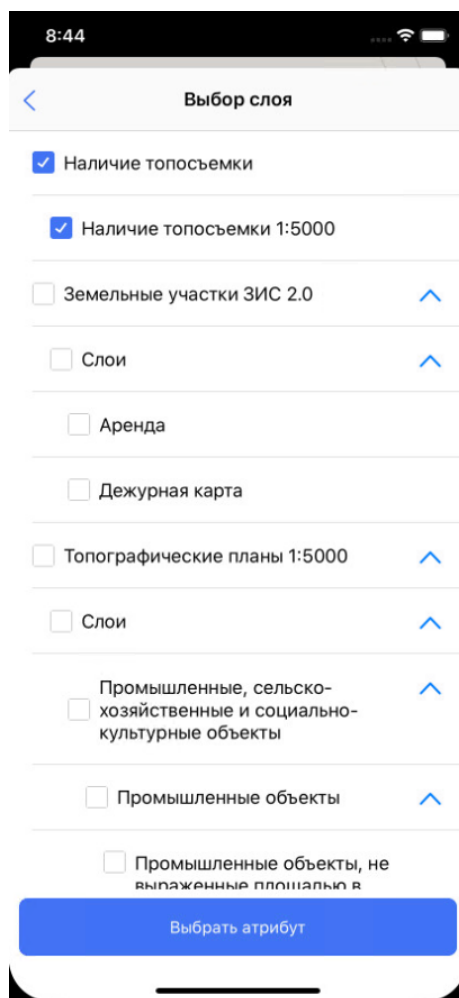


Рисунок 26 – выбор слоев для поиска

Если выбран только один слой для поиска, как на рисунке 26, пользователю становится доступна кнопка «Выбрать атрибут» в нижней части экрана. При нажатии на эту кнопку, произойдет переход на экран «Выбор атрибута». На этом экране можно накладывать ограничения на значения атрибутов конкретного слоя. Атрибуты представлены в виде списка (рис. 27). При нажатии на любой из атрибутов в списке, откроется форма введения значения для атрибута (рис. 28).

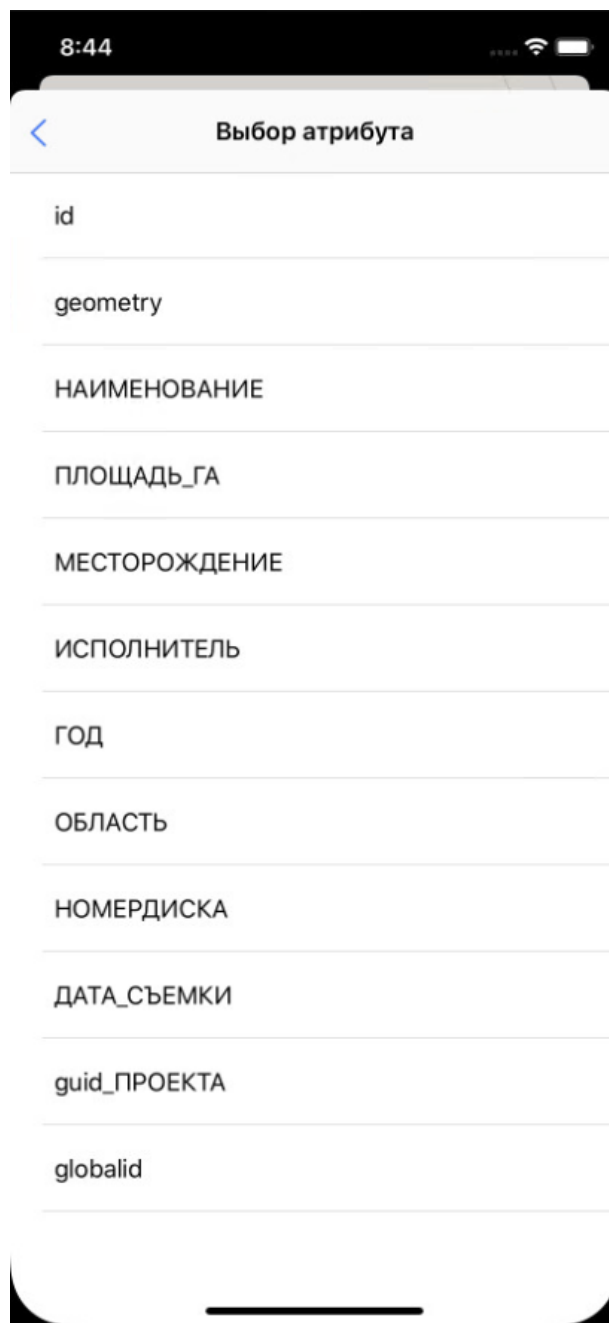


Рисунок 27 – экран наложения ограничений на атрибуты слоя

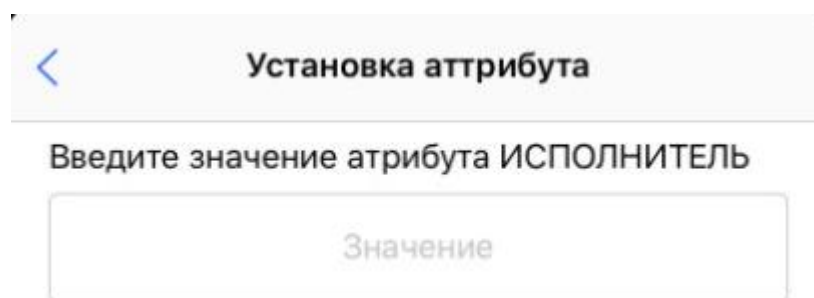


Рисунок 28 – ввод значения атрибута слоя

После установки необходимых параметров фильтрации для осуществления операции поиска необходимо вернуться на экран дерева слоев и ввести необходимое значение поисковой строки с помощью клавиатуры устройства. Релевантные географические объекты выведутся в форме списка. По мере введения поисковой строки, список обновляется. У каждого элемента списка указано наименование объекта и слой дерева, которому принадлежит объект (рис. 29, фильтры с предыдущих рисунков были отменены).

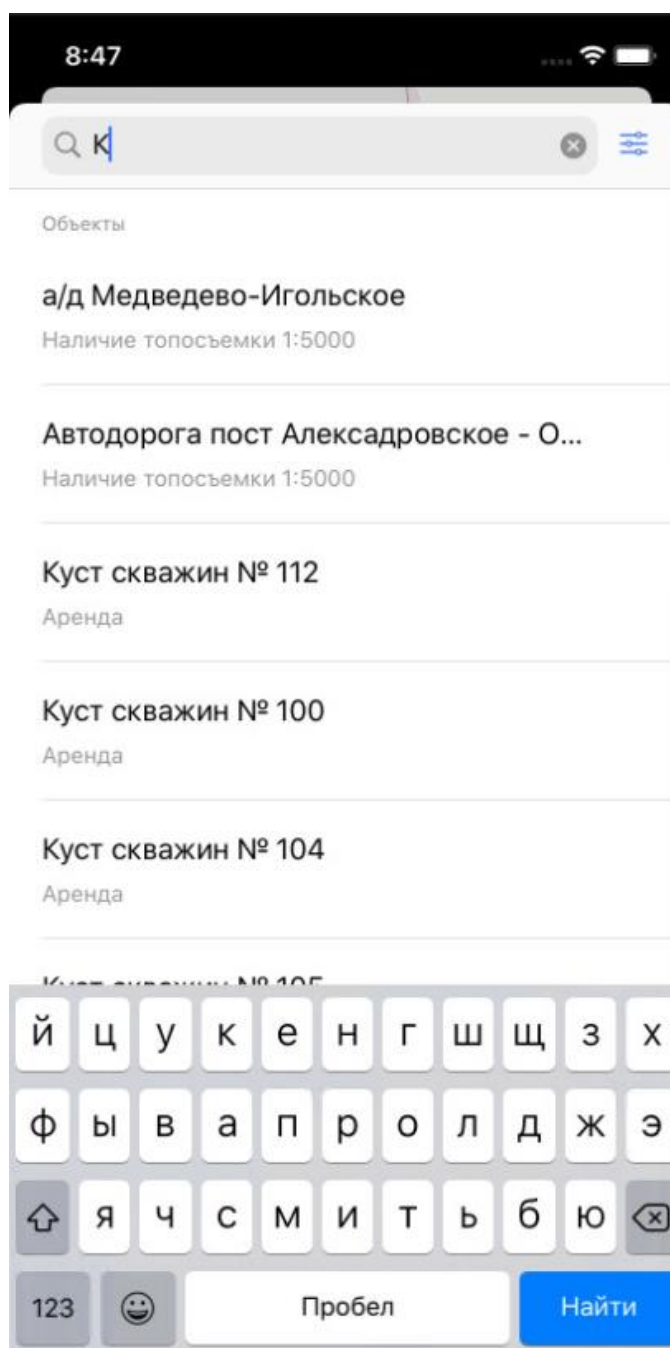


Рисунок 29 – список релевантных географических объектов

При нажатии на один из элементов списка найденных объектов, будет произведено центрирование экрана на объект и проведена его подсветка (рис. 30). Дальнейшее управление передается компоненту «Информация об объекте», разработка которого рассматривалась в предыдущем разделе. При необходимости посмотреть все свойства объекта, пользователь может повести панель информации об объекте вверх, тогда ему откроется экран, пример которого приведен на рисунке 21.

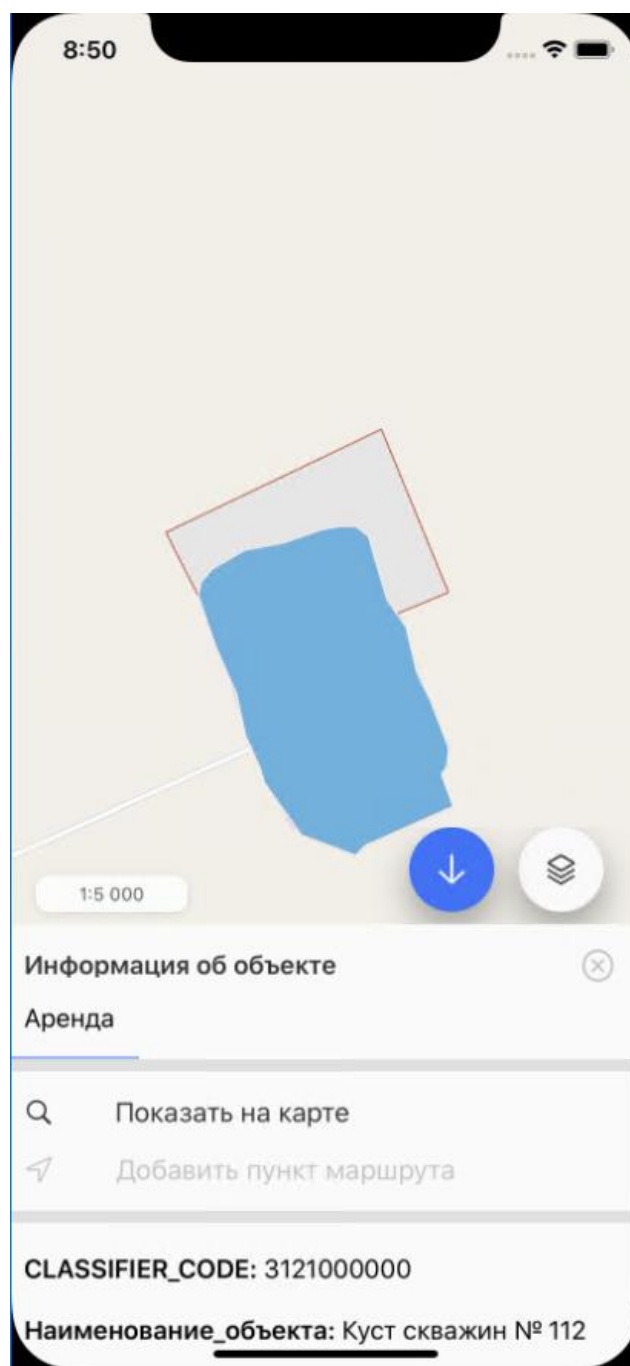


Рисунок 30 – результат применения операции поиска

3.3 Тестирование

Модульное тестирование классов, нагруженных реализацией важных правил и ограничений предметной области является неотъемлемой частью процесса разработки приложений [9]. Поэтому, в целях обеспечения качества разработки и устойчивости системы при дальнейшем развитии, для основных частей бизнес-логики компонента поиска было проведено модульное тестирование. В частности, написаны тесты, проверяющие:

- 1) Правильность построения дерева результатов поиска, правильность сопоставления объектов и слоев, которым они принадлежат;
- 2) Правильность построения SQL-запросов к локальным слоям с учетом зависимости от фильтров панели фильтрации;
- 3) Правильность построения GetFeature-запросов к внешним WFS-сервисам с учетом зависимости от фильтров панели фильтрации;
- 4) Правильность преобразования геометрии из GeoJSON в WKT.

Пример программного кода теста, проверяющего правильность построения запроса к удаленным слоям предоставлен на рисунке 31.

```
/// <summary>
/// Строковое представление <see cref="GetFeatureRequestModel"/> соответствует ожидаемому.
/// </summary>
/// <remarks>
/// Фильтры запроса тестировались в рамках <see cref="PropertyFilterModel_ToXElement_ReturnsCorrectResult"/>.
/// Поэтому при формировании ожидаемого результата их правильность не проверяется.
/// </remarks>
[Test]
public void GetFeatureRequestModel_ToString_ReturnsCorrectResult()
{
    // ARRANGE
    var propertyFilters = new List<PropertyFilter>
    {
        new PropertyFilter("name", "value", PropertyFilterType.PropertyIsEqualTo, true),
        new PropertyFilter("name", "value", PropertyFilterType.PropertyIsLike, false)
    };
    var layerName = "myLayer";

    // ACT
    var getFeatureRequestModel = new GetFeatureRequestModel(propertyFilters, layerName);
    var result = getFeatureRequestModel.ToString();

    // ASSERT
    var expectedRequestBuilder = new StringBuilder();
    expectedRequestBuilder.Append("<GetFeature service=\"WFS\" version=\"1.1.0\" outputFormat=\"application/json\">"
        + $"<Query srsName=\"EPSG:3857\" typeName=\"{layerName}\">"
        + "<Filter>"
        + "<Or>");
    propertyFilters.Select(x => x.ToXElement().ToString(SaveOptions.DisableFormatting))
        .ForEach(expectedRequestBuilder.Append);
    expectedRequestBuilder.Append("</Or></Filter></Query></GetFeature>");
    result.Should().Be(expectedRequestBuilder.ToString());
}
```

Рисунок 31- программный код теста для проверки построения GetFeature-запроса

Проведение модульного тестирования для компонента информации об объекте является излишним, так как запрос геоданных слоев происходит с использованием библиотеки (для компонента поиска – вручную).

Положительный результат выполнения указанных модульных тестов приведен на рисунке 32.

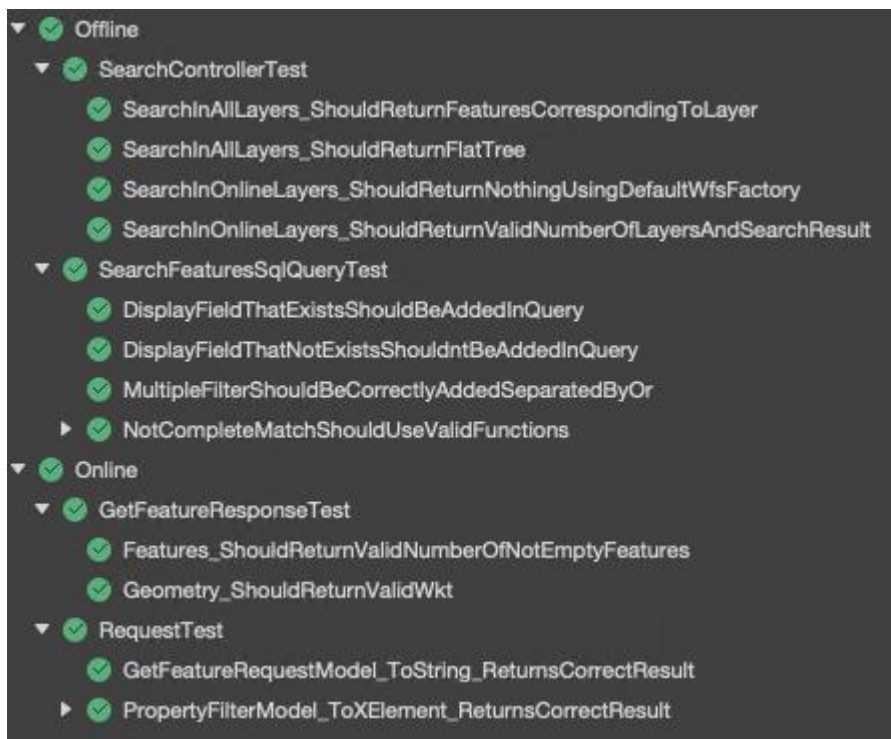


Рисунок 32 – результат выполнения модульных тестов

3.4 Выводы по разделу

В результате выполнения работ по данному разделу, была разработана основная логика для компонента информации об объекте и компонента поиска в соответствии с моделями главы 3.

Кроме того, было проведено описание основных используемых технологий и причин их использования. Было проведено модульное тестирование критического функционала в целях обеспечения качества разработки и возможности дальнейшего развития системы.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

При проведении любых исследований, осуществление анализа коммерческого потенциала и конкурентоспособности является одним из важных факторов успешности работы. Это связано с тем, что все исследования так или иначе нацелены на получение прибыли и улучшение жизни человека. В случае слабого коммерческого потенциала, исследования могут не иметь смысла. В случае высокого потенциала, исследования, наоборот, будут востребованы на рынке и смогут принести ощутимую пользу бизнесу и обществу.

В данном разделе будет проведено экономическое обоснование проведения текущей работы, будут выявлены основные потребители, определены и рассчитаны денежные и трудовые затраты, срок реализации.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Основными потребителями геоинформационной системы «Мобильная ГИС» выступают организации нефтегазодобывающей сферы. Конечными пользователями системы являются любые отделы, выезжающие на место. Например, систему могут использовать специалисты по земельно-имущественным отношениям, экологи, маркшейдеры, специалисты отдела эксплуатации.

Тем не менее, несмотря на то что основные потребители уже определены, в целом система не привязана к конкретной сфере и может использоваться организациями различных сфер при работе с конфиденциальными и общедоступными геоданными.

Для полноценного анализа необходимо разделить потенциальных покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться использование разрабатываемой системы, т.е. провести сегментирование рынка [10]. В качестве параметров сегментирования имеет смысл выбрать сферу деятельности организации и ее размер. Результат сегментирования приведен в таблице 1.

Таблица 1 – карта сегментирования рынка

		Сфера деятельности		
		Нефтегазодобыча	Логистика	Телекоммуникации
Размер компании	Крупные	X	X	X
	Средние	X		
	Мелкие			

Как следует из таблицы разработка наилучшим образом подходит средним и крупным организациям нефтегазодобывающей сферы. Кроме того, разработка может быть использована организациями сферы логистики, например, для построения эффективного маршрута, или организациями сферы телекоммуникаций при учете коммунальной и промышленной инфраструктуры [11]. При этом, для двух последних сфер указан крупный размер компании и не указан средний. Это связано с тем, что продукт в первую очередь нацелен на сферу нефтегазодобычи и, соответственно, покрывает функциональные требования этой сферы. Для организаций других сфер может потребоваться разработка дополнительного дорогостоящего функционала, выходящего за рамки планируемого.

Выявлено, что продукт вряд ли подойдет мелким организациям любой из указанных сфер в связи с тем, что использование собственной мобильной геоинформационной системы может являться нецелесообразным, т.к. для таких организаций будет достаточно использования настольных версий ГИС. Кроме того, собственная мобильная ГИС может являться имиджевым

продуктом, что имеет небольшую ценность для организаций небольшого масштаба.

4.1.2 Анализ конкурентных решений

В связи с тем, что рынок пребывает в постоянном движении, перед и во время разработки необходимо проводить детальный анализ конкурирующих решений. Это может позволить внести необходимые коррективы в программу и тем самым повысить конкурентоспособность разработки.

Конкурентами данной разработки могут выступать ГИС, позволяющие организациям загружать и изменять геоданные и поддерживающие работу на мобильных устройствах. К таким ГИС могут относиться, например, «ArcGIS» (K1), «NextGIS» (K2), «Carmap» (K3). Указанные ГИС являются готовыми к использованию продуктами.

В таблице 2 приведена оценочная карта для сравнения разработок конкурентов.

Таблица 2 – оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Возможности к гибкой стилизации геоданных	0,1	4	2	4	2	0,4	0,2	0,4	0,2
2. Потенциал к работе без доступа к сети «Интернет»	0,1	4	4	3	3	0,4	0,4	0,3	0,3
3. Потребность в объеме памяти	0,1	4	2	2	2	0,4	0,2	0,2	0,2
4. Безопасность конфиденциальных данных	0,1	4	2	2	2	0,4	0,2	0,2	0,2

5. Качество интерфейса	0,05	3	4	4	5	0,15	0,2	0,2	0,25
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Цена	0,25	4	1	3	3	1	0,25	0,75	0,75
2. Конкурентоспособность	0,1	3	2	3	3	0,3	0,2	0,3	0,3
3. Уровень проникновения на рынок	0,1	1	5	3	3	0,1	0,5	0,3	0,3
4. Послепродажное обслуживание	0,1	4	2	4	2	0,4	0,2	0,4	0,2
Итого	1					3,55	2,35	3,05	2,7

Как следует из таблицы, разрабатываемое решение обладает рядом технических преимуществ над конкурентами. Во-первых, оно предлагает возможность максимально гибкой стилизации геоданных в формате SLD даже на мобильных устройствах (также поддерживается K2). При этом, в связи с тем, что разрабатываемое решение первоначально ориентированно на режим работы без доступа к сети «Интернет», оно предоставляет полные пользовательские возможности как при наличии, так и при отсутствии доступа к ней. Кроме того, исследуемое решение требует меньший объем памяти и обеспечивает бóльшую безопасность при пересылке в связи с тем, что у конкурентов в качестве источника данных используются незашифрованные файлы формата SHP. В текущей разработке используется реляционная база данных и при пересылке осуществляется шифрование с наличием возможности наложить пароль. При этом, текущая разработка уступает решению K4 в качестве пользовательского интерфейса.

Одним из экономических преимуществ является более низкая цена в сравнении с конкурентами (в частности, согласно данным открытых источников, решение K1 ArcGIS for Server Workgroup Advanced на 10 пользователей и 1 сервер стоило 1 301 040р. по состоянию на 2014г.), а также возможность настройки системы под конкретного заказчика (также

предоставляется решением К2). Слабой стороной является низкий уровень проникновения на рынок.

4.1.3 Технология QUAD

Для количественной оценки качественных характеристик, таких как конкурентоспособность, эффективность, перспективность можно использовать технологию QuaD [12]. На основании данных, полученных в результате применения технологии, можно будет говорить о целесообразности вкладывания денежных средств в научно-исследовательскую работу.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 3 – оценка целесообразности работы по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Возможности к гибкой стилизации геоданных	0,1	80	100	0,8	0,08
2. Потенциал к работе без доступа к сети «Интернет»	0,1	80	100	0,8	0,08
3. Потребность в объеме памяти	0,1	80	100	0,8	0,08
4. Безопасность конфиденциальных данных	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Качество интерфейса	0,05	60	100	0,6	0,03
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Цена	0,25	80	100	0,8	0,2

2. Конкурентоспособность	0,1	60	100	0,6	0,06
3. Уровень проникновения на рынок	0,1	20	100	0,2	0,02
4. Послепродажное обслуживание	0,1	80	100	0,8	0,08
Итого	1				0,71

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности по технологии QuaD определяется как сумма произведений весов на средневзвешенное значение каждого показателя. Итоговое значение показателя для данной разработки составляет 71%, что говорит о том, что ее перспективность выше среднего.

4.1.4 SWOT-анализ

Для исследования внутренней и внешней среды проекта, а также для определения сфер деятельности и функций субъекта, нуждающихся в корректировке или улучшении, используется SWOT-анализ [13].

В таблице 4 приведена таблица SWOT-анализа, проанализированы сильные, слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Проведен анализ корреляции этих факторов.

Таблица 4 – матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	<p>С1. Гибкая стилизация геоданных</p> <p>С2. Полный функционал даже без доступа к сети «Интернет»</p> <p>С3. Сравнительно невысокая потребность в объеме памяти</p>	<p>Сл1. Невысокое богатство интерфейса</p> <p>Сл2. Необходимость ручной регулярной выгрузки геоданных для поддержки их актуальности</p> <p>Сл3. Высокая конкуренция</p> <p>Сл4. Сильная связанность с настольной версией проекта</p>

	<p>С4. Высокая безопасность при пересылке данных</p> <p>С5. Возможность интеграции с настольной версией проекта</p>	<p>Сл5. Отсутствие полноценной рекламной кампании</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Улучшение экономической ситуации нефтегазовой сферы</p> <p>В2. Появление спроса на продукт из других сфер бизнеса</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p> <p>В4. Появление новых технологий, позволяющих улучшить функционал программы</p> <p>В5. Снижение уровня налогообложения</p>	<p>Наибольшая корреляция сильных сторон наблюдается с факторами В1 и В2. Сильные стороны могут отвечать как повышенному спросу из нефтегазовой сферы, так и из других сфер. При этом, повышенный спрос из других сфер может повлиять на дальнейшее расширение функционала информационной системы. Также наблюдается корреляция с фактором повышения стоимости конкурентных разработок. В таком случае, можно будет повысить спрос за счет предоставления тех же пользовательских возможностей по более низкой цене.</p>	<p>Невысокое богатство интерфейса (Сл1) может быть компенсировано дополнительными вливаниями инвестиций из целевой сферы (В1) и других сфер (В2). При этом, высокая конкуренция (Сл3) при условиях В1 и В2 может негативно повлиять на состояние проекта вследствие возможности возникновения большого числа аналогов. Тем не менее, при условии высокой стоимости аналогов (В3) это может не оказать негативного влияния. Также, появление новых технологий (В4) может положительно повлиять на возможности поддержки актуальности данных (Сл2).</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление на рынке превосходящих конкурентов</p>	<p>Появление на рынке превосходящих конкурентов (У1), покрывающих те же</p>	<p>Появление новых превосходящих конкурентов при условиях невысокого богатства</p>

У2. Сбои в работе системы	функциональные	интерфейса (Сл1) и
У3. Появление новых ОС	возможности, может	отсутствии полноценной
для мобильных устройств	привести к неудаче проекта,	рекламной кампании (Сл5)
У4. Отсутствие спроса	могут потребоваться	может оказать негативное
У5. Введение	дополнительные	влияние при условии
дополнительных	возможности. Угроза	отсутствия этих
государственных	отсутствия спроса (У4)	недостатков у продуктов
ограничений	может быть	конкурентов. В условиях
	компенсирована сильными	высокой конкуренции
	сторонами, позволяющими	(Сл3), необходимо
	получить конкурентное	допускать как меньше сбоев
	преимущество.	в работе системы (У2). Для
		этого может потребоваться
		повышение качества
		тестирования разработки.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках исследования

Для успешного выполнения решаемой задачи в первую очередь нужно запланировать комплекс предполагаемых работ. В таблице 5 приведен список работ и распределение исполнителей (Р – научный руководитель, С – студент).

Таблица 5 – перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Выбор направления исследований	Р, С
	2	Определение целей и задач	Р
	3	Анализ предметной области	Р, С
	4	Определение целесообразности проведения работ	Р, С
Планирование	5	Составление и утверждение ТЗ	Р, С

	6	Календарное планирование работ по теме	Р, С
	7	Подбор, обсуждение и изучение материалов по теме	Р, С
<i>Проведение ОКР</i>			
Проектирование	8	Разработка диаграмм и блок-схем	С
	9	Выбор технических средств	С
Разработка	10	Разработка	С
	11	Тестирование и отладка	С
Оформление отчета по НИР	12	Составление пояснительной записки	С

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Важным фактором при проведении работ является определение их трудоемкости, т.к. они являются одной из самых основных частей стоимости разработки.

Трудоемкость оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости, используют формулу

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка), чел.-дн.

После расчета ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая возможность параллельного выполнения работ исполнителями. Такой расчет

необходим для расчета заработной платы, т.к. в общей стоимости обычно он составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства планирования может быть полезно перевести продолжительности работ из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}},$$

Коэффициент календарности $k_{\text{кал}}$ определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Результаты расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6 – трудоемкость выполнения работ

Название работы	Трудоемкость			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{\text{ож}}$, чел-дни			
Выбор направления исследований	1	2	1,4	Р, С	0,7	1
Определение целей и задач	1	2	1,4	С	1,4	2

Анализ предметной области	3	7	4,6	С	4,6	7
Определение целосообразности проведения работ	2	4	2,8	Р, С	1,4	2
Составление и утверждение ТЗ	5	7	5,8	Р, С	2,9	4
Календарное планирование работ по теме	2	4	2,8	Р, С	1,4	2
Подбор, обсуждение и изучение материалов по теме	2	5	3,2	Р, С	1,6	2
Проведение ОКР						
Разработка диаграмм и блок-схем	5	8	6,2	С	6,2	9
Выбор технических средств	2	3	2,4	С	2,4	4
Разработка	10	14	11,6	С	11,6	17
Тестирование и отладка	3	9	5,4	С	5,4	8
Составление пояснительной записки	7	14	9,8	С	9,8	15

4.2.3 Разработка графика проведения исследования

График проведения исследования удобно представлять в виде Диаграммы Ганта, используемой как один из методов планирования для иллюстрации плана работ по проекту [14]. Работы системы представляются

протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма Ганта представлена на рисунке 33.

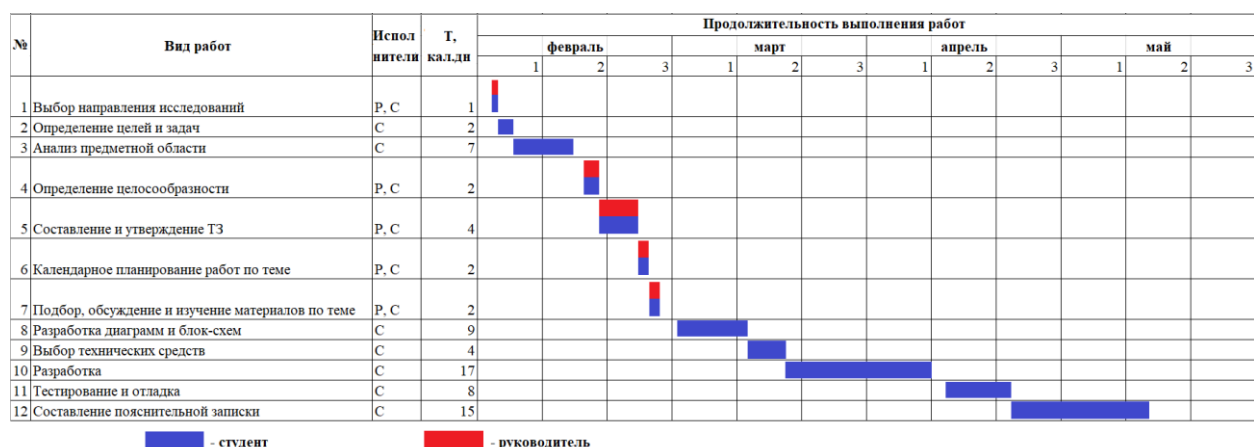


Рисунок 33 - диаграмма Ганта

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета исследования, необходимо провести анализ видов расходов, связанных с его выполнением:

- 1) Материальные затраты НТИ
- 2) Основная заработная плата исполнителей
- 3) Дополнительная заработная плата исполнителей
- 4) Отчисления во внебюджетные фонды
- 5) Накладные расходы

4.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для расчета материальных затрат используется формула

$$З = (1 + k_t) * \sum_i^m (Ц_i * N_{\text{расх } i}),$$

где m – количество видов потребляемых материальных ресурсов; $N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида; $Ц_i$ – цена приобретения единицы ресурса i -го вида; k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Результаты расчетов приведены в таблице 7. Коэффициент транспортных расходов принят за 15% от стоимости.

Таблица 7 – материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Материальные затраты, руб
Стол компьютерный МФ Мастер Милан-5		1	2299	2644
Кресло офисное Бюрократ СН-608		1	6450	7417
Итого			8749	10061

4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью расходов включают затраты на приобретение спецоборудования для проведения работ по теме. Данная работа посвящена разработке компонентов мобильной ГИС, соответственно для выполнения работ необходим ноутбук. Ноутбук уже имелся в наличии, поэтому для него необходимо совершить калькуляцию амортизационных расходов.

Согласно статье 258 НК РФ [15], персональные компьютеры относятся ко второй группе амортизационных средств сроком полезного использования от 2 до 3 лет (принят за 3 года). Как следует из диаграммы Ганта, срок выполнения работы – 73 рабочих дня. Рассчитаем размер амортизационных отчислений. Годовая норма амортизации будет составлять:

$$H = \frac{1}{n} * 100\% = \frac{1}{3} * 100 = 33,33\%$$

Соответственно, в год амортизационные отчисления будут составлять 39997 руб. Для того, чтобы рассчитать размер амортизационных отчислений за указанный срок, воспользуемся следующей формулой:

$$A = A_{\text{г}} * \frac{\text{срок реализации}}{\text{количество дней в году}} = 39997 * \frac{73}{365} = 7999 \text{ руб}$$

Таблица 8 – затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб	Амортизация, руб
1	MacBook Pro 13”	1	119990	7999
Итого:			119990	7999

4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей

Статья расходов на заработную плату работников находится как сумма основной и дополнительной заработной платы. Для расчета основной заработной платы, необходимо найти произведение среднедневной заработной платы и продолжительности работ. Для нахождения среднедневной заработной платы используется формула:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}},$$

где $З_{\text{м}}$ - месячный должностной оклад работника, руб;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года (10,4 при 6-дневной рабочей неделе);

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени персонала, раб. дн.

В таблице 9 приведен баланс рабочего времени для 6-дневной недели.

Таблица 9 – баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Количество дней
Календарное число дней	366
Количество нерабочих дней (выходных/праздничных)	70

Потери рабочего времени	
- отпуск	48
- невыходы по болезни	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	238

Для расчета месячного должностного оклада работника используют формулу:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}},$$

где $З_{\text{м}}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (30%);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и выплат (принят за 20%);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент (1,3 для Томска);

МРОТ для г. Томска по состоянию на 2020 год составляет 15769 руб. Преподавательское звание «Доцент» соответствует 14 разряду, а разряд студента принят за 8.

Таблица 10 – расчет основной заработной платы

Исполнитель	Разряд	$k_{\text{т}}$	$З_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{п}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$, раб.дн	$З_{\text{осн}}$, руб.
Студент	8	1,64	24502	0,3	0,2	1,3	47779	2088	73	152410
Руководитель	14	2,42	38160	0,3	0,2	1,3	74412	3252	11	35768
Итого:										188178

4.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

В целях учета величины предусмотренных ТК РФ выплат за отклонение условий труда и выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций, необходимо провести расчет дополнительной заработной платы.

Дополнительная плата рассчитывается как произведение основной заработной платы на коэффициент доп. заработной платы (принимается за 0,12). Результаты расчета приведены в таблице 11.

Таблица 11 – расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	$З_{\text{осн}}$, руб	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{доп}}$, руб.
Студент	152410	0,12	18289
Руководитель	35768	0,12	4292
Итого:			22581

4.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Помимо затрат на оплату труда работников, необходимо совершать отчисления в фонд соцстрахования, пенсионный фонд и фонд медицинского страхования. Для образовательных учреждений ставка составляет 27,1% [16]. Расчеты приведены в таблице 12.

Таблица 12 – расчет отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	$З_{\text{осн}}$, руб	$З_{\text{доп}}$	$k_{\text{вф}}$	$З_{\text{доп}}$, руб.
Студент	152410	18289	0,271	46259
Руководитель	35768	4292	0,271	10856
Итого:				57115

4.2.4.6 Накладные расходы

Ранее приведенные статьи расходов учитывают не все затраты, возникающие в рамках выполнения проекта. В частности, они не учитывают такие затраты, как печать и ксерокопирование материалов исследования, затраты на электроэнергию, услуги связи и т.д.

Величина накладных расходов определяется как произведение суммы предыдущих статей расходов и коэффициента накладных расходов, обычно принимаемого за 16%.

4.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные ранее затраты являются основой формирования бюджета затрат, который определяется как сумма всех статей расходов. В таблице 13 приведен бюджет затрат.

Таблица 13 – расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб	Примечание
1. Материальные затраты	10061	Пункт 4.3.1
2. Затраты на спецоборудование	7999	Пункт 4.3.2
3. Затраты по основной заработной плате	188178	Пункт 4.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате	22581	Пункт 4.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	57115	Пункт 4.3.5
6. Накладные расходы	45750	16% от суммы ст. 1-7
7. Бюджет затрат НТИ	331684	Сумма ст. 1-8

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования необходимо рассчитать интегральный показатель эффективности. Для его нахождения предварительно требуется найти две средневзвешенные величины:

- 1) Финансовую эффективность;
- 2) Ресурсоэффективность

Интегральный финансовый показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}}$ – интегральный финансовый показатель разработки

Φ_p – стоимость варианта исполнения

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}} = \frac{331684}{331684} = 1$$

В таблице 14 приведена таблица оценки исполнения проекта с позиции ресурсоэффективности.

Таблица 14 – оценка характеристик исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исполнение
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,25	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4
3. Надежность	0,25	4
4. Невысокая потребность в объеме памяти	0,15	5

5. Потенциал к работе без доступа к сети «Интернет»	0,15	4
Итого:	1	

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается по формуле:

$$I_p = \sum a_i b_i,$$

где I_p – интегральный показатель ресурсоэффективности

a_i – весовой коэффициент критерия

b_i – балльная оценка критерия

$$I_p = 0,25 * 5 + 0,2 * 4 + 0,25 * 4 + 0,15 * 5 + 0,15 * 4 = 4,4$$

4.4 Выводы по разделу

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был оценен коммерческий потенциал разработки, потенциальные потребители результатов исследования, проведен анализ конкурентных решений.

Кроме того, была проведена количественная оценка таких характеристик проекта, как конкурентоспособность, эффективность, перспективность.

Была исследована внутренняя и внешняя среды проекта и определены сферы и функции, нуждающиеся в корректировке или улучшении.

Также были проведены работы по планированию разработки, определение бюджета и оценка показателей ресурсоэффективности. Необходимый бюджет составил 331684 рубля.

5 Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обеспечение функционирования системы управления охраной труда в ООО «ТомскАСУпроект» регулируется положением о системе управления охраной труда в обществе с ограниченной ответственностью «ТомскАСУпроект» [17].

Согласно статье 209 трудового кодекса РФ под требованиями охраны труда понимаются государственные нормативные требования охраны труда, в том числе безопасности труда, а также требования охраны труда, установленные правилами и инструкциями по охране труда [18].

В соответствии со статьей 211 трудового кодекса РФ государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ и законах и иных нормативных правовых актах субъектов РФ, установлены правила, процедуры, критерии и нормативы, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Разработка программного обеспечения осуществляется на персональных компьютерах. Общие требования охраны труда описаны в инструкции по охране труда при работе на персональном компьютере [19].

Согласно инструкции, к работе за персональным компьютером могут быть допущены работники, которые не имеют медицинских противопоказаний.

Особенностью работы в сфере разработки ПО является монотонность и сидячий характер труда, а также постоянный контакт с электрическими устройствами, в том числе с монитором. В связи с этим, нормами СанПиН устанавливаются требования к рабочей зоне пользователей ПЭВМ. В частности, устанавливаются следующие ограничения:

- 1) Площадь рабочего места должна составлять не менее 4,5 м² (т.к. используются плоские дискретные экраны) [20]
- 2) Освещенность поверхности стола должна быть в диапазоне 300-500л и не создавать блики на мониторе
- 3) Монитор должен находиться на расстоянии 600-700мм от глаз пользователя
- 4) Розетки должны обеспечивать заземление

Более подробно некоторые ограничения будут рассмотрены в следующем разделе.

Работа разработчика, согласно требованиям [20], относится к группе В, т.е. творческой работе в режиме диалога с ЭВМ. Из этого следует, что каждые 1,5-2 часа от начала рабочей смены и 1,5-2 часа после обеденного перерыва необходимо каждый час устанавливать перерыв длительностью 15 минут.

5.2 Производственная безопасность

Производственные факторы могут негативно воздействовать на организм человека и зависят от множества условий. Производственные факторы принято разделять на два вида: опасные и вредные.

В соответствии с классификацией ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы [21], были выделены следующие возможные опасные и вредные факторы в процессе разработки и эксплуатации мобильной ГИС.

Таблица 15 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Разработка	Эксплуатация	
1. Отсутствие или недостаток необходимого освещения	+		СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением N 1)

2. Отклонение показателей микроклимата	+		СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
3. Влияние электромагнитных полей	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
4. Превышение уровня шума	+		в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отсутствие или недостаток необходимого освещения. Требования к освещению в помещении регламентируются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. На данный момент, согласно требованиям, выделяют три вида освещения — искусственное, естественное и совмещенное [22].

Так как работа по разработке компонентов мобильной ГИС производится в офисных условиях, то источником возникновения фактора может являться отсутствие окон в некоторых помещениях (например, подвальных офисах, помещениях на цокольных этажах, кабинетах, расположенных под лестничными клетками), отсутствие доступа к ним или чрезмерное занавешивание, нехватка светильников. Также нехватка может проявляться в больших помещениях, где на одного человека приходится слишком мало света.

Ежедневное нахождение в закрытом пространстве с нехваткой освещения или его отсутствием в течение восьми часов может привести к невротическим и психологическим болезням, негативно влиять на концентрацию и работоспособность. Кроме того, оно может привести к

быстрому утомлению, а также являться причиной головной боли и бессонницы.

Нормы освещенности рабочих поверхностей в соответствии со стандартом СП 52.1330.2016 приведены в таблице 16. Таблица содержит разряд и характеристику зрительной работы, рекомендуемую высоту рабочей плоскости над полом (Г – горизонтальная), величину искусственной освещенности и коэффициент естественной освещенности. Так как в офисе естественное освещение осуществлялось через окна, то указаны величины при боковом освещении.

Таблица 16 – нормы освещенности

Наименование помещений	Разряд зрительной работы	Характеристика зрительной работы	Плоскость, м	Искусственная освещенность, лк	КЕО, %
Рабочие офисы	Б-1	Высокой точности	Г-0,8	300	1,0

Условия работы удовлетворяли вышеуказанным требованиям. В офисе было обеспечено общее равномерное искусственное освещение помещений: светильники размещались в верхней зоне помещения и создавали равномерное распределение освещенности на рабочих местах. Естественное освещение поступало через несколько больших оконных проемов. Во избежание прямого попадания солнечных лучей и образования бликов в офисе использовались жалюзи.

Отклонение показателей микроклимата. В помещениях, в которых осуществляется работа с ПЭВМ (в частности, работа по разработке мобильных приложений), необходимо поддерживать оптимальный микроклимат. Параметры микроклимата в помещениях регулируются с помощью СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [23].

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека.

Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

В таблице 17 приведены оптимальные величины показателей микроклимата для работ в сфере разработки ПО (категория 1а) в соответствии с требованиями СанПиН.

Таблица 17 – оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
Теплый	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1

Регулировка температуры воздуха в офисных помещениях производилась с помощью кондиционеров (есть в каждом помещении). Если работники ощущали дискомфорт, они могли регулировать температуру самостоятельно. Достижение оптимальной влажности воздуха осуществлялось с помощью увлажнителя воздуха.

Влияние электромагнитных полей. Согласно классификации [20], электромагнитные поля подразделяют на поля постоянного и переменного характера.

В контексте разработки мобильной ГИС в офисных условиях, к опасным и вредным факторам, связанным с полями постоянного характера, можно отнести повышенное образование электростатических зарядов, а с полями переменного характера - наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Примером повышенного образования электростатических зарядов может являться накопление заряда на портах

корпуса системного блока (наиболее часто – на портах USB). Источниками электромагнитных полей радиочастотного диапазона могут являться комплектующие компьютера, в т.ч. процессор, видеокарта, монитор, клавиатура. Вокруг компьютера образуется электромагнитное поле с диапазоном частот от 5 до 400 кГц [24].

Согласно исследованию [25], электромагнитное поле может негативно влиять на работника, в частности приводить к повышенной нервозности, утомляемости, расстройству памяти, нарушению сна, выпадению волос, прыщам и покраснению кожи. Поражение электростатическим током может нанести серьезный урон здоровью пользователя ПЭВМ.

Кроме того, электромагнитное излучение может негативно повлиять на пользователя разрабатываемого приложения. Мобильная ГИС, разрабатываемая в рамках данной работы, выполняется на мобильных телефонах. Мобильный телефон распространяет электромагнитное излучение и находится близко к телу человека. В связи с этим, существует опасение о вреде этого излучения здоровью. Это излучение не является ионизирующим, но способно вызывать локальное повышение температуры живых тканей и, по утверждениям некоторых учёных, приводить к возникновению хромосомных aberrаций в клетках [26].

В таблице 18 представлены нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, относящиеся к допустимым уровням электромагнитного поля компьютера.

Таблица 18 - Временные допустимые уровни ЭМП ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

На практике соответствие нормам проверяется с помощью инструкций по охране труда организации. В частности, согласно инструкции [19], во избежание риска получения повреждений сотрудником при накоплении заряда на корпусе устройств, розетки и вилки для подключения устройств должны быть трехклеммными (обеспечивать заземление). Наличие и качество заземления ПЭВМ периодически проверяются в порядке, установленном ответственным за электрохозяйство организации.

Превышение уровня шума. Шум — беспорядочные колебания различной физической природы. На рабочих местах программистов вычислительных машин требуется соблюдать нормативные показатели уровня шума.

Источниками шума могут являться системные блоки, принтеры и сканеры, серверные, некоторое периферийное оборудование, кондиционеры и др.

Человеческий организм по-разному реагирует на шум разного уровня. Шумы уровня 70-90 дБ при длительном воздействии приводят к заболеванию нервной системы, а более 100 дБ - к снижению слуха, вплоть до глухоты.

Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Шум способен увеличивать содержание в крови таких гормонов стресса, как кортизол, адреналин и норадреналин. Чем дольше эти гормоны присутствуют в кровеносной системе, тем выше вероятность, что они приведут к опасным для жизни физиологическим проблемам [27].

Нормативные показатели установлены в ГОСТ 12.1.003-2014 [28]. В таблице 19 указаны допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума для программистов ПЭВМ.

Таблица 19 – допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Как следует из таблицы, уровень шума на рабочем месте программиста ПЭВМ не должен превышать 50 дБА. В связи с этим, рекомендуется не располагать рабочие места в непосредственной близости с шумящими устройствами. Кроме того, для снижения уровня шума можно использовать звукопоглощающие материалы при отделке помещений (наиболее актуально для серверных).

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

В целом, процесс разработки компонентов геоинформационной системы «Мобильная ГИС» не представляет большой опасности для разработчика вследствие офисной специфики работы. Тем не менее, существуют решения, способные обеспечить снижение влияния выявленных опасных и вредных факторов на работающих.

Как было сказано ранее, недостаток естественного света может негативно влиять на концентрацию и работоспособность, а также приводить к невротическим и психологическим болезням. В связи с тем, что офисное помещение (кабинет) обладает лишь несколькими оконными проемами, неспособными осветить всю его площадь, этот фактор может оказывать серьезное влияние на работников, рабочие места которых находятся далеко от окон.

Выходом из ситуации может являться обеспечение верхнего естественного света (на данный момент обеспечивается только боковой). Лучше всего такой способ подходит для помещений верхних этажей. Тем не

менее, верхний естественный свет может быть обеспечен на любом этаже посредством световых труб. Суть данного устройства заключается в монтаже специальных труб, внутренняя полость которых имеет светоотражающее покрытие. Поэтому свет, который попадает в трубу на крыше, практически без потерь доносится до необходимых помещений.

Кроме того, было замечено, что некоторые кондиционеры расположены слишком близко к рабочим местам. В некоторых случаях это может привести к нарушению оптимальных показателей микроклимата. В частности, температура воздуха в таких рабочих местах может быть ниже рекомендуемой вследствие холодных потоков воздуха, создаваемых кондиционером. Также это может привести к превышению нормативной скорости движения воздуха (рекомендуемая – 0,1 м/с). Одним из решений этой проблемы может являться изменение расположения кондиционеров или некоторых рабочих мест.

Наиболее актуальным вредным фактором в процессе разработки ПО является воздействие электромагнитных полей. Для снижения их неблагоприятного влияния, в соответствии с приложением 12 к СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, рекомендуется использовать:

- 1) Приэкранные защитные фильтры для видеомониторов. Они позволяют снизить уровень напряженности электрического и электростатического поля, повысить контрастность изображения, уменьшить блики
- 2) Нейтрализаторы электрических полей промышленной частоты. Их использование позволит снизить уровень электрического поля промышленной частоты (50 Гц)
- 3) Очки защитные со спектральными фильтрами. Оказываемым воздействием является профилактика компьютерного зрительного синдрома, улучшение визуальных показателей видеомониторов, повышение работоспособности, снижение зрительного утомления

5.3 Экологическая безопасность

Разработка и эксплуатация геоинформационной системы «Мобильная ГИС» не оказывает негативного влияния на окружающую среду. В частности, не оказывает влияние на гидросферу и атмосферу.

Тем не менее, в связи с тем, что работа над проектом осуществляется с использованием ПЭВМ и другой компьютерной техники, в случае возникновения неисправностей, технику нужно утилизировать, соответственно наносится урон литосфере. Согласно федеральному закону от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020) "Об отходах производства и потребления", такую технику запрещено выбрасывать вместе с бытовыми отходами, т.к. она может содержать вещества, опасные для окружающей среды и драгметаллы. В случае нарушения норм утилизации наступает юридическая ответственность. Ответственность определяется индивидуально и регулируется с помощью закона об охране окружающей среды, кодекса об административных правонарушениях, уголовного кодекса и др.

Для того, чтобы утилизировать такую технику, предварительно требуется составить акт списания. Акт списания составляется на основании заключения комиссии. Комиссия может состоять из внутренних или сторонних специалистов (если собственных специалистов, способных провести оценку, нет). После этого требуется оформить приказ, учитывающий возможные нюансы списания и утилизации компьютерной техники. Непосредственную утилизацию проводят лицензированные организации.

Утилизация компьютерной техники оказывает положительное влияние на экологическую ситуацию, т.к. в случае ее утилизации на свалку бытовых отходов компьютерная техника может оказывать негативное влияние на почву и воздух.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Так как работа по разработке компонентов мобильной ГИС осуществляется с использованием ПЭВМ, то во избежание возникновения чрезвычайной ситуации важно соблюдать требования пожарной безопасности.

Перед началом работы за ПЭВМ, требуется осмотреть рабочее место, убедиться в том, что оборудование и кабели не имеют механических повреждений или оголенных контактов. Требуется протереть клавиатуру, очистить экран и проверить правильность подключения ПЭВМ к сети.

Во время работы, запрещается трогать кабели и провода, перемещать устройства под напряжением. Кроме того, не следует держать оборудование включенным без необходимости.

Если наступила аварийная ситуация, то аппаратура должна быть немедленно отключена, приняты меры к обнаружению источника загорания и тушению первичными средствами пожаротушения. Тушение оборудования под напряжением должно производиться только порошковыми или углекислотными огнетушителями.

Пострадавшим при пожаре или несчастных случаях требуется оказать первую медицинскую помощь и одновременно принимать меры по вызову скорой помощи.

5.5 Выводы по разделу

В разделе «Социальная ответственность» были разобраны основные правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности сотрудников и охраны труд, описана оптимальная рабочая зона. Выделены и проанализированы основные вредные и опасные факторы, воздействующие на организм при работе над проектом разработки компонентов мобильной ГИС, в частности факторы освещения, шума, электромагнитного излучения, отклонения показателей микроклимата. Предложены способы уменьшения негативного воздействия этих факторов. Изучены и проанализированы

вопросы экологической безопасности, а также способы избежать чрезвычайных ситуаций и действия при их возникновении.

Заключение

В рамках данной бакалаврской работы была спроектирована и разработана основная логика компонентов поиска и информации об объекте мобильной геоинформационной системы, предназначенной для проведения работ с картографическими материалами на объектах.

Были определены потребители результатов исследования и основные причины необходимости оптимизации текущих бизнес-процессов, такие как отсутствие доступа к полным картографическим материалам в условиях ограниченного доступа к сети «Интернет». Кроме того, также были выявлены выгоды, к которым приведет внедрение мобильной ГИС и, в частности, компонентов поиска и информации об объектах.

Была проведена оценка коммерческого потенциала и конкурентоспособности разработки, оценка слабых и сильных сторон проекта в целом. Был проведен анализ конкурентных решений, определены основные угрозы и возможности, а также способы извлечь из них пользу.

В дальнейшем планируется расширение функционала разрабатываемой геоинформационной системы, а также добавление поддержки операционной системы Android.

Список литературы

1. Тихоненко, Д. В. Автоматизированные геоинформационные системы: учеб. пособие / Д. В. Тихоненко, Я. И. Шамлицкий; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2014. – 132 с.
2. Гусева Алиса Владиславовна Геоинформационные системы // ГИАБ. 2013. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnyye-sistemy>).
3. Марков Николай Григорьевич Геоинформационные системы предприятий нефтегазовой отрасли: функциональность, архитектура и перспективы развития // Известия ТПУ. 2017. №9.
4. Логунова Ольга Евгеньевна Применение причинно-следственной диаграммы Исикавы в репутационном менеджменте // Научные исследования. 2015. №1.
5. Чемисов С. Б. Применение методологии IDEF0 с целью моделирования бизнес-процессов на предприятии // ПСЭ. 2009. №4.
6. Ефанов В. Н., Китабов А. Н., Нугаев Р. Р. Информационная модель диагностики погружного оборудования на основе IDEF1X-технологии // Вестник УГАТУ. 2014. №3 (64)
7. Сергиевский М.В., Кирпичникова К.К. Валидация и оптимизация диаграмм классов uml // Cloud of science. 2018. №2.
8. Александр Коловатов. Языки программирования для iOS: на чём писать приложения для айфона [Электронный ресурс] // LiveTyping – Режим доступа: <https://livetyping.com/ru/blog/na-chem-pishut-prilozheni-ja-pod-ios>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Кожевников Дмитрий Олегович Актуальные проблемы организации модульного тестирования классов программного кода // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. №1 (4).
10. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое

- пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
11. Области применения ГИС – технологий [Электронный ресурс] / Всё о ГИС и их применении. Режим доступа: http://gis-laris.narod.ru/primen_gis.htm – Загл. с экрана
 12. Технология оценки бизнеса QuaD [Электронный ресурс] / Центр Креативных Технологий. Режим доступа: <https://www.inventech.ru/technologies/quad/> – Загл. с экрана
 13. Цулая И. Н. SWOT-анализ в системе стратегического управления: особенности применения и пути адаптации к объектам мезоуровня // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. 2010. №2.
 14. Михайлова Любовь Викторовна, Сазонов Андрей Александрович, Петров Дмитрий Геннадьевич Особенности применения методов сетевого планирования при управлении проектами на предприятиях машиностроения // Вестник ГУУ. 2017. №1.
 15. НК РФ Статья 258. Амортизационные группы (подгруппы). Особенности включения амортизируемого имущества в состав амортизационных групп (подгрупп)
 16. Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»
 17. Положение о системе управления охраной труда в обществе с ограниченной ответственностью «ТомскАСУпроект», утверждено приказом №97/1 от 01.07.2019, ред. 1
 18. Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, N 1, ст.3; 2006, N27, ст.2878; 2008, N 30, ст.3616; 2011, N27, ст. 3880; N30, ст.4590; 2013, N52, ст. 6986

19. ИОТ-01-19 Инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере, утверждена приказом №97/1 от 01.07.2019, ред.1.
20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
21. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением N 1)
23. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. — М.; Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. —20 с.
24. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2011. — 680 с.: ил. — Основы наук. — Библиогр.: с. 680
25. Викторов Владимир Александрович, Мешалкин Валентин Андреевич, Салтыков Валентин Михайлович Исследование электромагнитных полей в окружающей среде от оборудования компьютерного комплекса с позиции допустимых требований по электромагнитной безопасности // Системы управления, связи и безопасности. 2019. №4.
26. Д.С. Песня, А.В. Романовский, И.М. Прохорова. Исследование биологического эффекта модулированного УВЧ-излучения на растительных и животных организмах in vivo // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, № 4, 2011, с. 34-45.
27. Шишелова Т.И., Малыгина Ю.С., Нгуен Суан Дат. Влияние шума на организм человека // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 8. – С. 14-15;

28. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Шум. Общие требования безопасности (Переиздание)

Приложение 1. Примеры программного кода

Запрос объектов при использовании инструмента «Информация об объекте» приведен на рисунках 34 и 35.

```
/// <summary>
/// Получить объекты в указанной области.
/// </summary>
/// <param name="layersSources">Слои.</param>
/// <param name="parameters">Параметры для поиска фич.</param>
/// <returns>Список найденных объектов.</returns>
public async Task<List<LayerFeatures>> GetFeaturesAsync(List<LayersSource> layersSources,
    FeatureSearchParameters parameters)
{
    var layers = new Dictionary<string, LayerFeatures>();

    foreach (var source in layersSources)
    {
        if (!layers.ContainsKey(source.RootName))
        {
            layers.Add(source.RootName, new LayerFeatures { LayerName = source.RootName });
        }
    }

    using (var cts = new CancellationTokenSource(TIMEOUT))
    {
        try
        {
            var tasks = layers.Values
                .Select(layer => Task.Run(() => AddFeatures(layersSources, layer, parameters, cts), cts.Token));

            await Task.WhenAll(tasks);
        }
        catch (OperationCanceledException ex)
        {
            Logger.Write(ex, "Превышено время ожидания поиска фич.");
        }
        catch (Exception ex)
        {
            Logger.Write(ex);
        }

        return layers.Values.Where(x => x.Features.Any()).ToList();
    }
}

/// <summary>
/// Наполнение слоя <see cref="LayerFeatures" /> фичами.
/// </summary>
/// <param name="layersSources">Источники слоев.</param>
/// <param name="layerFeatures">Фичи слоя.</param>
/// <param name="parameters">Параметры для поиска фич.</param>
/// <param name="cts">Токен отмены.</param>
public void AddFeatures(IEnumerable<LayersSource> layersSources, LayerFeatures layerFeatures,
    FeatureSearchParameters parameters, CancellationTokenSource cts = null)
{
    var sources = layersSources
        .Where(source => source.RootName == layerFeatures.LayerName && source.IsActive)
        .OfType<LocalSource>();

    foreach (var source in sources)
    {
        if (cts?.IsCancellationRequested == true)
            break;

        layerFeatures.Features.AddRange(source.GetFeatures(parameters));
    }
}
```

Рисунок 34 – запрос объектов в указанной области

```

/// <summary>
/// Произвести поиск фич в слое по экстену.
/// </summary>
/// <param name="parameters">Параметры для поиска фич.</param>
/// <returns>Найденные объекты.</returns>
public List<IShortFeatureInfo> GetFeatures(FeatureSearchParameters parameters)
{
    return LocalLayers
        .Where(x => x.Layer.IsVisible)
        .SelectMany(layer => GenerateShortInfo(parameters, layer))
        .ToList();
}

/// <summary>
/// Получение короткой информации о фиче.
/// </summary>
/// <param name="parameters">Параметры для поиска фич.</param>
/// <param name="layer">Слой.</param>
/// <returns>Информация о фиче.</returns>
private IEnumerable<IShortFeatureInfo> GenerateShortInfo(FeatureSearchParameters parameters,
    ILocalSourceLayer layer)
{
    try
    {
        if (!(layer.Layer is SqliteFeatureLayer sqlLayer))
            return new List<IShortFeatureInfo>();

        var wasClosed = !sqlLayer.FeatureSource.IsOpen;

        if (wasClosed)
            sqlLayer.FeatureSource.Open();

        var neededColumns = new List<string> { BaseDb.ID_COLUMN_NAME };

        var displayField = layer.LayerMeta?.DisplayField;
        if (!string.IsNullOrEmpty(displayField))
            neededColumns.Add(displayField);

        var allFeatures = sqlLayer.FeatureSource.GetFeaturesWithinDistanceOf(parameters.PointShape,
            GeographyUnit.Meter,
            DistanceUnit.Meter,
            parameters.Radius,
            neededColumns)
            .ToList();

        if (wasClosed)
            sqlLayer.FeatureSource.Close();

        var features = layer.FilterFeaturesByScale(allFeatures, parameters.GispScale);

        var featureInfos = features.Select(feature =>
            FeatureToInfo(feature, layer.LayerMeta, sqlLayer.FeatureSource));

        return featureInfos.ToList<IShortFeatureInfo>();
    }
    catch (Exception e)
    {
        Logger.Write(e);
        return new List<IShortFeatureInfo>();
    }
}

```

Рисунок 35 – запрос объектов в указанной области

Формирование запроса к базе данных (к одному слою, фактически для каждого подслоя выполняется свой запрос) при использовании инструмента поиска приведено на рисунке 36.

```

/// <summary>
/// Преобразовать в строку SQL.
/// </summary>
/// <returns>Строка SQL.</returns>
public override string ToString()
{
    string oneFieldTemplate;
    if (CompleteMatch)
    {
        oneFieldTemplate = " {0} = '{1}' ";
    }
    else
    {
        var funcName = CaseSensitive
            ? ContainsSqlFunction.FUNCTION_NAME
            : ContainsCaseInsensitiveSqlFunction.FUNCTION_NAME;
        oneFieldTemplate = $" {funcName}({{0}}, '{{1}}') ";
    }

    const string separator = "OR";

    var displayNameExists = !string.IsNullOrEmpty(DisplayField) && AllColumns.Contains(DisplayField);

    var queryBuilder = new StringBuilder();
    queryBuilder.Append(
        displayNameExists
        ? $"SELECT id, {DisplayField} FROM {TableName} WHERE ("
        : $"SELECT id FROM {TableName} WHERE (");

    foreach (var columnValue in ColumnValues)
    {
        var preparedValue = columnValue.Value.Replace("'", "");
        queryBuilder.Append(string.Format(oneFieldTemplate, columnValue.Key, preparedValue));
        queryBuilder.Append(separator);
    }

    queryBuilder.Remove(queryBuilder.Length - 2, 2);

    if (!string.IsNullOrEmpty(DisplayValue))
    {
        var nameSubQuery = displayNameExists
            ? GenerateAppendString()
            : GenerateFalseString();
        queryBuilder.Append(nameSubQuery);
    }
    else
    {
        queryBuilder.Append(")");
    }
    return queryBuilder
        .ToString()
        .RemoveRedundantSpaces();
}

```

Рисунок 36 – формирование запроса к базе данных

На рисунке 37 приведен интерфейс поиска по слоям, а на рисунке 38 его реализация для поиска по онлайн-слоям.

```

/// <summary>
/// Поиск по слоям.
/// </summary>
public interface ISearcher<TSource, TSelector>
    where TSource : LayersSource
    where TSelector : ILayerAttributesSelector
{
    /// <summary>
    /// Осуществить поиск по слоям.
    /// </summary>
    /// <param name="layers">Слои.</param>
    /// <param name="parameters">Параметры поиска.</param>
    /// <returns>Результат поиска.</returns>
    SearchResult Search(List<TSource> layers, SearchParameters parameters);

    /// <summary>
    /// Осуществить поиск по атрибутам.
    /// </summary>
    /// <param name="attributesSelector">Инструмент выбора атрибутов.</param>
    /// <param name="parameters">Параметры поиска.</param>
    /// <returns>Результат поиска.</returns>
    SearchResult Search(TSelector attributesSelector, SearchStringParameters parameters);
}

```

Рисунок 37 – интерфейс поиска

```

/// <inheritdoc />
public SearchResult Search(OnlineLayerAttributesSelector attributesSelector, SearchStringParameters parameters)
{
    parameters?.TokenSource?.Token.ThrowIfCancellationRequested();

    var layers = attributesSelector.GetLayersAndSelectedAttributes();

    var tasks = layers.Select(layerAttributesPair => GetSearchLayer(attributesSelector.WfsLayer,
        layerAttributesPair.Key, layerAttributesPair.Value, parameters)).ToList();

    parameters?.TokenSource?.Token.ThrowIfCancellationRequested();
    var rootLayer = new SearchRoot(attributesSelector.OnlineSource.Name, tasks);
    return new SearchResult(new List<SearchRoot> { rootLayer });
}

/// <inheritdoc />
public SearchResult Search(List<OnlineSource> layers, SearchParameters parameters)
{
    parameters?.TokenSource?.Token.ThrowIfCancellationRequested();

    var rootLayers = new List<SearchRoot>();
    if (parameters.IsEmpty)
        return new SearchResult(rootLayers);

    var wfsLayers = new Dictionary<OnlineSource, WfsLayer>();
    foreach (var onlineSource in layers)
    {
        var wfsLayer = _wfsLayerFactory.Create(onlineSource.Url);
        if (wfsLayer?.Sublayers?.Any() == true)
            wfsLayers[onlineSource] = wfsLayer;
    }
    parameters?.TokenSource?.Token.ThrowIfCancellationRequested();

    foreach (var onlineSource in wfsLayers.Keys)
    {
        var wfsLayer = wfsLayers[onlineSource];
        var tasks = wfsLayer.Sublayers.Select(sublayer =>
            GetSearchLayer(wfsLayer, sublayer, parameters)).ToList();

        var searchRoot = new SearchRoot(onlineSource.RootName, tasks);
        rootLayers.Add(searchRoot);
    }
    parameters?.TokenSource?.Token.ThrowIfCancellationRequested();

    return new SearchResult(rootLayers);
}

```

Рисунок 38 – реализация интерфейса поиска для онлайн-слоев